

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Demonstrační a experimentální pracoviště**



**Optimalizace termínů ochrany proti plevelům v kukuřici**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Pavla Bartošová**

**Obor studia: Zahradnictví**

**Vedoucí práce: doc. Ing. Miroslav Jursík, Ph.D.**

© 2020 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Optimalizace termínů ochrany proti plevelům v kukuřici" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17. 7. 2020

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Miroslavu Jursíkovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce, věcné rady, tipy a připomínky. Taktéž mé rodině, která mě po celou dobu podporovala.

# Optimalizace termínů ochrany proti plevelům v kukuřici

## Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření kvalitního literárního přehledu o možnostech regulace plevelů v porostech kukuřice (*Zea mays* L.) s přihlédnutím k aplikačním termínům herbicidů. Na základě experimentu porovnat účinnost použitých herbicidů na vybrané plevelné druhy a zjistit, do jaké míry účinnost těchto herbicidů ovlivňuje výnos. Maloparcelní pokusy byly založeny v roce 2019.

V literárním přehledu byly shrnuty obecné poznatky o kukuřici seté. Dále byly podrobně zpracovány informace o vybraných významných plevelných druzích v kukuřici. Následovala část věnovaná regulaci plevelů s důrazem na chemické (herbicidní) metody regulace.

Byla sledována účinnost herbicidů na laskavec ohnutý, merlík bílý a ježatku kuří nohu a následný vliv na výnos. Preemergentně byly aplikovány účinné látky *dimethenamid* a *terbuthylazin* (Agris) a *pethoxamid* a *terbuthylazin* (Balaton Plus). Pro časné postemergentní ošetření byly vybrány přípravky s účinnou látkou *isoxaflutole* a *thiencarbazone* (Adengo) a kombinace *pethoxamid*, *terbuthylazin*, *florasulam*, *mesotrione*, *methylester* (Agris+Slalom+Mero33528). Postemergentně byly testovány herbicidy obsahující *foramsulfuron*, *iodosulfuron*, *thiencarbazone* (Maister Power) a kombinace *flufenacet*, *terbuthylazin*, *tembotrione* (Aspect Pro+Laudis).

Plevely byly nejlépe regulovány ve variantě s použitím kombinace účinných látek *pethoxamid*, *terbuthylazin*, *florasulam*, *mesotrione*, *methylester* (Agris+Slalom+Mero33528). Vysoká účinnost CPOST i POST aplikací byla ale víceméně srovnatelná. Nejvyšší výnos palic byl zaznamenán při použití účinných látek *foramsulfuron*, *iodosulfuron*, *thiencarbazone* (Maister Power), přičemž nejvyšší byl i průměrný výnos POST variant.

Na základě pokusu byl vliv účinnosti herbicidů na výnos zcela jasně prokázán, avšak vliv aplikačního termínu na výnos byl neprůkazný.

**Klíčová slova:** účinnost herbicidů, selektivita herbicidů, aplikační termíny, konkurenční schopnost, výnos

# Optimizing of weed control timing in maize

## Summary

The aim of this bachelor thesis was to create a good quality overview of the literature dealing with possibilities of weed regulations in the maize fields (*Zea mays* L.) with respect to application timing of herbicides. Based on an experiment, the work tries to compare the effectiveness of the applied herbicides on selected weed species, and find out to what extent the effectiveness affects the yield. The small-plot experiments were initiated in the year 2019.

The literature overview gives an account of the general knowledge of maize. Further on, it provides detailed information on selected significant weed species in maize fields. And the following part deals with weed regulations focussing on chemical (herbicide) regulation methods.

The work included observations of herbicide effectiveness on *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* and *Echinochloa crus-galli* and their influence on the yield. Active ingredients *dimethenamid* and *terbuthylazin* (Akris) and *pethoxamid* and *terbuthylazin* (Balaton Plus) were applied preemergently. Preparations with active ingredients of *terbuthylazin* (Akris) and *pethoxamid a terbuthylazin* (Balaton Plus), and combination of *pethoxamid, terbuthylazin, florasulam, mesotrione, methylester* (Akris+Slalom+Mero33528) were selected for early post emergent treatment. Herbicides containing *foramsulfuron, iodosulfuron, thiencarbazone* (Maister Power) and combination of *flufenacet, terbuthylazin, tembotrione* (Aspect Pro+Laudis) were tested post emergently.

The weeds were best controlled in the variety combining active ingredients of *foramsulfuron, iodosulfuron, thiencarbazone* (Maister Power) and combination of *flufenacet, terbuthylazin, tembotrione* (Aspect Pro+Laudis).

High effectiveness of CPOST and POST applications was more or less comparable. The highest yield of cobs was recorded when using active ingredients of *foramsulfuron, iodosulfuron, thiencarbazone* (Maister Power), whereas showing the highest average yield of the POST varieties.

To conclude, the carried-out experiment proved undoubtedly the influence of herbicides effectiveness on the yield, however, the influence of application timing was inconclusive.

**Keywords:** herbicides efficacy, herbicides selectivity, application terms, competition ability, yield

# Obsah

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1</b>   | <b>Úvod</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>2</b>   | <b>Cíl práce</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>3</b>   | <b>Literární rešerše</b> .....                                  | <b>13</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Kukuřice setá (<i>Zea mays</i> L.)</b> .....                 | <b>13</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Vybrané plevelné druhy</b> .....                             | <b>16</b> |
| 3.2.1      | Laskavec ohnutý ( <i>Amaranthus retroflexus</i> L.) .....       | 16        |
| 3.2.2      | Ježatka kuří noha ( <i>Echinochloa crus-galli</i> L.).....      | 18        |
| 3.2.3      | Pýr plazivý ( <i>Elytrigia repens</i> (L.) NEVSKI).....         | 21        |
| 3.2.4      | Opletka obecná ( <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Á. Löve)..... | 25        |
| 3.2.5      | Merlík bílý ( <i>Chenopodium album</i> L.).....                 | 27        |
| <b>3.3</b> | <b>Regulace plevelů v kukuřici</b> .....                        | <b>31</b> |
| 3.3.1      | Nepřímé metody regulace .....                                   | 31        |
| 3.3.2      | Přímé metody regulace .....                                     | 31        |
| 3.3.2.1    | Mezplodina a mulčování.....                                     | 31        |
| 3.3.2.2    | Mechanická regulace .....                                       | 32        |
| 3.3.2.3    | Termická regulace .....   | 33        |
| 3.3.2.4    | Biologická regulace .....                                       | 33        |
| 3.3.2.5    | Chemická regulace .....   | 34        |
| 3.3.3      | Místo a mechanismus účinku herbicidů.....                       | 34        |
| 3.3.3.1    | ALS inhibitory .....  | 35        |
| 3.3.3.2    | HPPD inhibitory .....   | 35        |
| 3.3.4      | Selektivita herbicidů vůči plodině .....                        | 36        |
| 3.3.4.1    | Fyziologicky podmíněná selektivita .....                        | 36        |
| 3.3.4.2    | Morfologicko-anatomicky podmíněná selektivita.....              | 36        |
| 3.3.4.3    | Poziční selektivita.....  | 37        |
| 3.3.4.4    | Herbicidní safenery.....  | 37        |
| 3.3.5      | Aplikační termíny herbicidů .....                               | 37        |
| 3.3.5.1    | Preemergentní aplikace.....                                     | 37        |
| 3.3.5.2    | Postemergentní aplikace .....                                   | 38        |
| 3.3.5.3    | Časná postemergentní aplikace .....                             | 39        |
| 3.3.6      | Rezistence plevelů vůči herbicidům .....                        | 39        |
| <b>4</b>   | <b>Materiál a metody</b> .....                                  | <b>41</b> |
| <b>4.1</b> | <b>Charakteristika pokusného stanoviště</b> .....               | <b>41</b> |
| <b>4.2</b> | <b>Založení pokusu</b> .....                                    | <b>41</b> |

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>4.3</b> | <b>Aplikace herbicidů .....</b>               | <b>42</b> |
| 4.3.1      | Podmínky při aplikacích .....                 | 43        |
| <b>4.4</b> | <b>Hodnocení pokusu .....</b>                 | <b>44</b> |
| <b>5</b>   | <b>Výsledky.....</b>                          | <b>45</b> |
| 5.1        | Účinnost herbicidů na plevely .....           | 45        |
| 5.2        | Výnos palic kukuřice.....                     | 46        |
| <b>6</b>   | <b>Diskuze.....</b>                           | <b>49</b> |
| <b>7</b>   | <b>Závěr .....</b>                            | <b>51</b> |
| <b>8</b>   | <b>Literatura .....</b>                       | <b>52</b> |
| <b>9</b>   | <b>Seznam použitých zkratk a symbolů.....</b> | <b>59</b> |
| <b>10</b>  | <b>Samostatné přílohy .....</b>               | <b>I</b>  |

# 1 Úvod

Kukuřice setá je třetí nejpěstovanější plodinou v České republice. Pěstuje se v širokých řádcích, trvá tak poměrně dlouho, než dojde k zapojení porostu. Teprve poté mohou rostliny kukuřice účinně konkurovat vzházejícím plevelům. Případné zaplevelení může výrazně ovlivnit výnos, proto je třeba plevelu včas regulovat. Plevelu lze ve včasných fázích regulovat pomocí herbicidů ve třech základních aplikačních termínech.

Literární přehled ve třech kapitolách shrnuje stěžejní informace o kukuřici, vybraných plevelných druzích a možnostech regulace plevelů s důrazem na chemickou (herbicidní) regulaci. Tato rešerše dále poskytuje výchozí pozici pro hodnocení maloparcelního pokusu zakládaného v roce 2019 a interpretaci jeho výsledků. V následující diskusi jsou výsledky podrobeny kritické analýze ze strany autora.

Pokus je zaměřen na účinnost vybraných herbicidních přípravků na plevelu v kukuřici seté. Zkoumán je výnos vybraných variant ve vazbě na účinnost jednotlivých aplikačních termínů. Načasování aplikačního ošetření je ale poměrně závislé především na povětrnostních podmínkách.

Literární prameny, které byly využity pro tuto práci, byly především v podobě knižní a recenzovaných časopisů renomovaných autorů.



## **2 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření kvalitního literárního přehledu o možnostech regulace plevelů v porostech kukuřice (*Zea mays* L.) s přihlédnutím k aplikačním termínům herbicidů. Na základě experimentu porovnat účinnost použitých herbicidů na vybrané plevelné druhy a zjistit, do jaké míry účinnost těchto herbicidů ovlivňuje výnos.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Kukuřice setá (*Zea mays* L.)

Kukuřice je jednoletá, jednoděložná rostlina z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Z hospodářského hlediska se jedná o obilninu (Šantrůček et al. 2008). Jejím nejpravděpodobnějším místem původu je Střední Amerika, za centrum domestikace kukuřice se považuje Peru a Mexiko. Po roce 1492 se dostala do Evropy, Afriky a Asie. Zpočátku byla pěstována v zahradách západní Evropy jako zajímavost (Zimolka et al. 2008). U nás se více rozšířila až po roce 1918, kdy se stala velmi významnou plodinou díky objevení heterozního efektu. V roce 1983 byly geneticky modifikovány první odrůdy kukuřice, mezi velmi významné genové úpravy patří tolerance k neselektivním herbicidům a rezistence proti zavíječi kukuřičném (Šantrůček et al. 2008). Dnes je pěstována celosvětově, roste v oblastech od 40° jižní šířky až po 56° severní šířky (Skládanka 2006).

Kukuřice se pěstuje převážně na výrobu siláží (krmení skotu a energetické využití) a na zrno. Kukuřičné zrno slouží ke krmení hospodářských zvířat. V potravinářství se využívá k výrobě mlýnských a pekárenských produktů, k výrobě alkoholu, škrobu, izoglukózy, tuku a olejů. Oblíbená je i kukuřice pukancová a cukrová (Tichá & Vyzínová 2006). V průmyslovém zpracování slouží kukuřice jako surovina pro výrobu papíru a lepenky, stavebních hmot, lepidel, bioplastů. Uplatnění má také v kosmetickém, farmaceutickém a chemickém průmyslu. Kukuřice nabývá velkého významu při výrobě obnovitelných zdrojů energie, např. ve formě bioplynu, bioetanolu či biomasy (Zimolka et al. 2008).

Dle způsobu fixace dusíku při fotosyntéze patří kukuřice k rostlinám typu C4. U těchto rostlin je fotosyntéza rychlejší a účinnější. Specifická stavba listů napomáhá k efektivnějšímu využívání vody a živin. Kukuřice je rostlina krátkodenní a s prodlužujícím se dnem urychluje svůj vývoj a intenzitu růstu. Klíčí 5 až 10 dní v závislosti na teplotě a vlhkosti půdy. Optimální teplota pro klíčení je kolem 32 °C, minimálně však 5,5 °C, maximum se pohybuje mezi 44 až 55 °C (Zimolka et al. 2008). Pro kvetení je optimální teplota 28-30 °C, pro tvorbu vegetativních orgánů je optimum kolem 20 °C. Limitní teploty pro růst kukuřice jsou pod 6 °C a nad 30 °C (Šantrůček et al. 2008).

Kukuřice vytváří systém svazčitých kořenů, které sahají do hloubky 150-300 cm i více. Většina kořenů je však umístěna v hloubce do 20 cm (Zimolka et al. 2008). Kořeny kukuřice se dělí podle svého původu na primární a sekundární kořenovou soustavu. Primární kořeny se zakládají již v zárodku, sekundární kořeny vznikají až během růstu rostliny, tvoří se

v přeslenech kolem bazálních uzlů (vzdušné kořeny). Sekundární kořeny postupně v půdě zakoření, brání před poléháním a v druhé polovině vegetace rostlinu též vyživují (Šantrůček et al. 2008).

Stéblo kukuřice je složeno z článků (internodií) vyplněných dřeví, které se střídají s plnými kolénky (nody). Jejich počet se liší v závislosti na hybridu a stanovištních podmínkách, bývá jich kolem 11 až 15. Stéblo je dužnaté, na povrchu hladké, vzpřímené, zužující se směrem nahoru. Může dosahovat výšky od 120 cm do 300 cm i více. Jeho denní přírůstek může činit až 15 cm (Zimolka et al. 2008). Šířka stébla se pohybuje kolem 20 až 70 mm (Šantrůček et al. 2008).

Listy kukuřice jsou dlouze kopinaté, široké. Listová čepel má výrazné střední žebro, často se zvlněným okrajem v důsledku rychlejšího růstu čepele na okrajích. Spodní strana čepele je hladká, její povrch bývá mírně porostlý chloupky. V místě spojení čepele s pochvou se nachází jazýček, ouška kukuřice netvoří. Pochva je mohutná, obepíná stéblo a chrání bázi jednotlivých článků a úžlabní pupeny. Počet listů a jejich velikost závisí na hybridu, rané hybridy tvoří kolem 8-10 listů, pozdní i přes 24. Žlábkovité postavení listů šikmo vzhůru má význam při zachycování i sebemenších srážek a jejich odvod ke kořenům (Zimolka et al. 2008).

Kukuřice je rostlina jednodomá. Samčí prašníkové květenství (lata) je tvořeno prašníkovými klásky (Šantrůček et al. 2008). Nachází se na vrcholu rostliny. Lata se skládá z hlavní osy (větve), na které jsou samčí klásky rozestavěny ve více řadách, a různého počtu vedlejších větších spirálovitě rozestavených, kde jsou klásky většinou ve dvou řadách. Klásek je tvořen dvojicí květů, z nichž jeden má stopku a druhý je přisedlý. Květy obsahují tři prašníky (Zimolka et al. 2008). Samičí pestíkové květenství (palice) je tvořeno pestíkovými klásky. Palice se skládá z listenů, zrna a vřetena (Šantrůček et al. 2008). Vyrůstá z úžlabí listů ve střední části stébla. Květy též obsahují dvoukvěté klásky, vrchní klásek je zpravidla plodný, spodní bývá zakrnělý. Osou klasu je klasové vřeteno, v jeho jamkách jsou párovitě uloženy do podélných řad samičí klásky. Bývá jich 8-18 a jejich počet je vždy sudý. Na konci kulovitého semeníku se nachází dlouhá, nitkovitá, řídce obrvená čnělka. Čnělky jsou schopny opylení téměř po celé své délce. Při kvetení vyčnívají z listenů obalujících palici. Semeno (zrno) je nažka s tenkým hladkým oplodím. Na vrcholu má nepatrný zbytek po čnělce, u báze zbytek po stopce. Tvar je zploštělý až kulovitý, dle kultivaru a umístění na palici (Zimolka et al. 2008). HTZ je v závislosti na hybridu většinou kolem 300-350 g (Skládanka 2006).

Nároky kukuřice na půdu nejsou výrazně specifické. Dává přednost půdám hlinitým, výhřevným, hlubokým a s dostatkem humusu. Velmi vhodná je jižní expozice (Skládanka 2006). Nevhodné jsou chladné a těžké půdy, pozemky v mrazových kotlinách a erozně

ohrožené. Kukuřice se řadí mezi plodiny s nejnižší protierozní účinností (Šantrůček et al. 2008). Vhodné pH půdy je od 5,6 do 7,0. V případech, kdy je půdní reakce kyselá až silně kyselá, se provádí vápnění (k předplodině nebo po její sklizni) (Zimolka et al. 2008).

Z agrotechnického hlediska vykazuje kukuřice vlastnosti okopaniny, doporučuje se ji proto hnojit statkovými hnojivy. Zvláště vhodné je použití kejdy nebo digestátu. Kukuřice je náročná na fosfor, zvláště v počátečních růstových fázích lze provést hnojení pod patu, společně s dusíkem. Vhodné je hnojit draselnými a hořečnatými hnojivy, doplněnými i o síru. Zanedbat by se nemělo ani hnojení mikrobiogenními prvky jako je zinek, bór, mangan, měď a železo (Zimolka et al. 2008).

Konkurenční schopnost kukuřice proti plevelům je v počátečních fázích růstu velmi slabá. Vzhledem k širokořádkovému pěstování trvá zapojení porostu relativně dlouho. Až poté je plodina schopna účinně konkurovat. Spektrum plevelů je zastoupeno především druhy pozdně jarními a vytrvalými (Zimolka et al. 2008).

V porovnání s jinými kulturními plodinami není kukuřice tak silně napadána chorobami. Provádí se preventivní moření osiva. Mezi nejškodlivější choroby patří houby rodu *Fusarium* napadající palice, stébla a kořeny (Šantrůček et al. 2008). Mimo poškození rostlin produkují i tzv. mykotoxiny. Potraviny a krmiva s jejich obsahem jsou pro člověka a zvířata toxické a mohou způsobovat závažná onemocnění (ÚKZÚZ 2020). Po celém světě je rozšířena sněť kukuřičná, která napadá všechny části rostliny. Tvoří zpočátku světlezelené nádorky, které se rychle zvětšují a tmavnou. Po dozrání dochází k jejich prasknutí a uvolnění výtrusného černohnědého prachu. Nejvýznamnějším škůdcem je motýl zavíječ kukuřičný, jehož larvy vykousávají stébla i palice, následkem toho dochází často k lámání stébel (Šantrůček et al. 2008). Relativně novým škůdcem v ČR je brouk bázlivec kukuřičný, larvy škodí žírem kořenů. Poškozené rostliny jsou náchylné k polehání a při snaze opět vztyčit vegetační vrchol často dochází k deformacím ve tvaru tzv. husího krku. Dospělci se živí pylem a bliznami, mohou poškozovat i listy a zrno (Zimolka et al. 2008). K dalším škůdcům kukuřice patří například larvy brouků kovaříků (drátovci), kteří okusují kořínky a vyžírají klíčící semena. Larvy mouchy bzunky ječné poškozující vegetační vrcholy a larvy mouchy květilky všežravé, které vyžírají klíčící semena (Šantrůček et al. 2008). Nezanedbatelné škody na kukuřici během celé vegetace způsobuje volně žijící zvěř, především divoká prasata (Zimolka et al. 2008).

## 3.2 Vybrané plevelné druhy

### 3.2.1 Laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus* L.)

Laskavec ohnutý je jednoletý pozdní jarní plevel z čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*). Na našem území je tento druh laskavce nejrozšířenější (Jursík et al. 2018). Pochází ze Severní Ameriky, odkud se postupně rozšířil na ostatní kontinenty, primárně do oblastí teplejším a mírným klimatem. Řadíme ho mezi nejvýznamnější plevele světa (Holm et al. 1997). Roste na hlinitých, středně těžkých až těžších půdách. Nesnáší zastínění. Vyskytuje se hlavně na úrodnějších půdách, dobře zásobených především dusíkem. Snáší mírně zasolené půdy, na pH nemá specifické požadavky. Můžeme ho najít na rumišťích, skládkách, podél cest a vodních toků, na orné půdě. Zapleveluje širokořádkové plodiny např. kukuřici nebo řepu, ale také mezerovité a prořídle jarní obilniny, sady, vinice a zahrady. V hustém a dobře zapojeném porostu obilnin či pícnin se nedokáže prosadit. Vysokou konkurenční schopnost dokáže uplatnit všude tam, kde dochází k pomalejšímu a pozdějšímu zapojení porostu (Mikulka et al. 2005).

Rostliny laskavce zpravidla vytváří kulový kořen s menšími postranními kořeny a při vzcházení tvoří kopinaté děložní listy, které jsou tupě zakončené nebo nevýrazně špičaté, u báze klínovitě zúžené v krátké ploché řapíky, dlouhé 8-12 mm a široké 2-3 mm. Listové čepele mají na líci olivově zelené zbarvení, rub je červenofialový. Pravé listy jsou střídavé, první pravý list je tvaru okrouhle vejčitého až eliptického, délky 8-12 mm a šířky 6-10 mm. U báze je list tupě klínovitý, oboustranně téměř lysý, na vrcholu mělce srdčitě vykrojený. Řapík je zprvu krátký, později stejně dlouhý jako čepel, krátce ochlupený. Čepel listu je svrchu olivově zelená, zesponu intenzivně karmínově fialová, a to především v mládí, později se toto zbarvení postupně ztrácí. Další pravé listy jsou již větší, široce vejčité, na okrajích slabě zkadeřené, na vrcholu též s jemným vykrojením, postupně přibývá ochlupení. Pozdější listy bývají až kosníkovitě vejčité, obyčejně 5-10 cm dlouhé. Lodyha je přímá, hustě, vlnatě chlupatá, jednoduchá (Jursík et al. 2018). Mikulka et al. (1999) udává i možnost větvení a světle zelené, často načervenalé, zbarvení. Rostliny laskavce dorůstají výšky kolem 100 cm (Hamouz & Hamouzová 2015), dle Mikulky (2014) však až 200 cm. Květenství složené z krátkých hustých lichoklasů je šedavě zelené, v době zralosti pak až světle hnědé nebo načervenalé. Květy jsou drobné, s nenápadným suchomázdřitým okvětím, obsahují pichlavé listence (Jursík et al. 2018). Kvetou od července do října (Mikulka et al. 2005). Laskavec ohnutý je značně morfologicky variabilní (Jursík et al. 2018).

Laskavec ohnutý se rozmnožuje výhradně semeny, která jsou hnědočerná až černá, lesklá, čočkovitého tvaru, 1-1,2 mm velká. Jedna rostlina, pokud má dostatek prostoru a živin, může vytvořit kolem 500 tisíc semen (Mikulka et al. 2005). Mikulka et al. (1999) uvádí pouze 1-5 tisíc semen na rostlinu, Costea et al. (2004) připouští u mohutných rostlin až 1.900.000 semen. Semena dozrávají postupně a následně vypadávají do okolí mateřské rostliny, klíčí následující rok. Na polích běžně vzchází v několika etapách (Mikulka et al. 2005). Laskavec ohnutý vyžaduje pro klíčení poměrně vysoké teploty. Minimální nutná teplota je kolem 10 °C, výraznější klíčivost se objevuje až při zhruba 20 °C a při teplotách nad 45 °C již ke klíčení nedochází. Mezi klíčivostí semen, teplotou a světelným zářením je poměrně úzký vztah. Jedná se o tzv. dvoufázové vzcházení laskavce. Na jaře, při relativně nízkých teplotách, preferují semena vzcházení ve tmě, zatímco u vyšších teplot nad 25 °C vykazují semena laskavce stejnou klíčivost jak ve tmě (po zakrytí půdou), tak na světle (na povrchu půdy). Nejlépe vzchází laskavec na povrchu půdy při teplotě nad 20 °C, nebo z hloubky do 20 mm. Schopnost vzejít má z hloubky maximálně 40 mm, a to pouze v případě lehkých půd (Jursík et al. 2018). Dle Mikulky (2014) nejprve klíčí semena uložená v půdě (do 20 mm) a až později semena na povrchu půdy, to vše v ideálním teplotním rozmezí 22-27 °C. V polních podmínkách začíná laskavec vzcházet přibližně v druhé polovině dubna, k hlavní vlně vzcházení dochází však až během května a poté vzcházevost prudce klesá. Během letního období již vzchází velice omezeně a od září už ke vzcházení nedochází. Klíčivost si semena udržují až po dobu 10 let, ale většina semen je z půdní zásoby vyčerpána dříve. Klíčení ovlivňuje také tvrdé osemení, které způsobuje dormanci semen po dozrání, ta je značně vyvinuta u semen s osemením neporušeným (Jursík et al. 2018). Semena laskavce ohnutého mohou projít bez poškození zaživacím traktem živočichů a mohou tak být částečně šířena i endozoochorně (Costea et al. 2004).

Laskavec využívá tzv. C4 metabolismu, díky čemuž lépe pracuje s vodou a efektivně roste při vyšších teplotách. Proto patří v teplejších oblastech mezi neškodlivější plevele okopanin (Jursík et al. 2018).

Rostliny laskavce se při nižší míře zaplevelení více větví, kdežto při vysoké hustotě tvoří stonek nevětvený. Hmotnost sušiny nadzemní hmoty a produkce semen jedné rostliny prudce klesá s přibývajícím hustotou zaplevelení (Kněževich & Horák 1998). Z hlediska ovlivnění výnosu není tedy tolik důležitá intenzita zaplevelení, ale termín vzejití rostlin laskavce. Rostliny vzešlé po vzejití kulturní plodiny mají výrazně nižší konkurenční schopnost než rostliny vzešlé před vzejitím plodiny, nebo dokonce před jejím výsevem (Jursík et al. 2018).

Vzhledem k vysoké reprodukční schopnosti laskavce ohnutého je nutno předcházet jeho vysemenění i mimo produkční plochy, především na kompostech a v okolí hnojišť. Na většině polí s vyšší frekvencí širokořádkových plodin je laskavec hojně zastoupen a jeho semena tvoří značnou část půdní zásoby semen plevelů. Pro pokles této zásoby je vhodné na několik let pozemek vyřadit z pěstování okopanin a zelenin. Nicméně kvůli dlouhé životnosti semen laskavce v půdě trvá i při vhodné regulaci několik let, než začne druh z pozemku mizet (Jursík et al. 2018).

V porostech kukuřice je možné k regulaci laskavce ohnutého využít poměrně velké množství přípravků, přičemž zpravidla vykazují dobrou účinnost i za sucha. Vysokou účinnost mají především kombinované půdní herbicidy obsahující *isoxaflutole*, *mesotrione*, *sulcotrione*, *dimethenamid*, *terbuthylazin* a *pethoxamid*, které lze použít preemergentně i časné postemergentně. Pro běžné postemergentní ošetření, ve fázi 4 a více pravých listů, jsou vhodné sulfonylmočoviny *foramsulfuron*, *rimsulfuron*, *thifensulfuron*, dále *mesotrione*, *tembotrione*, *sulcotrione*, *dicamba* a *bromoxynil*, nebo některé z kombinovaných přípravků (Jursík et al. 2018).

### **3.2.2 Ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli* L.)**

Ježatku kuří nohu z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) řadíme mezi jednoleté pozdně jarní plevely. Primární areál jejího výskytu je diskutabilní, někteří autoři považují ježatku za původní evropský druh, ale např. Mikulka (2014) uvádí jako místo původu střední a východní Asii. Dnes je ježatka kuří noha rozšířena téměř po celém světě, mimo Afriku, kde dosud nepůsobí problémy (Jursík et al. 2018). Holm et al. (1977) uvádí ježatku jako třetí nejvýznamnější plevel světa.

Na našem území se vyskytuje již od neolitu. Jedná se o teplomilný druh vyžadující periodu bez mrazů až 200 dní, dostatečně vlhkou půdu a průměrnou teplotu v červenci 16-25 °C (Roche & Muzik 1964). Z tohoto důvodu se vyskytuje především v nížinách, ale vzhledem ke zvyšujícím se teplotám v posledních letech a rozmachu pěstování silážní kukuřice, se objevuje i v polohách vyšších. Preferuje půdy s dostatkem humusu. Velmi dobře snáší zaplavování, což ji činí jedním z nejnebezpečnějších plevelů rýžovišť (Holm et al. 1977). Hlavním předpokladem jejího intenzivního výskytu je vyšší zastoupení okopanin a zelenin v osevních postupech (Jursík et al. 2018).

Ježatka kuří noha je volně trsnatá tráva s bohatým systémem svazčitých kořenů. Její lodyha je tmavě šedozelená, často nafialovělá, vysoká 30-100 cm, Jursík et al. (2018) uvádějí

vzrůst až 150 cm. Rostliny bohatě odnožují, mohou mít 4-20 odnoží (Mikulka et al. 2005). Stébla rostou zpočátku většinou poléhavě, později dochází k napřimování. V kolénkách mohou zakořeňovat. Stéblo je lysé, na kolénkách řídce chlupaté. První list je obyčejně čárkovitý, pouze na konci listu sbíhavý a zašpičatělý. Bývá 18-28 mm dlouhý, přibližně 2,5-3 mm široký a obloukovitě vyklenutý. Listová vernace je stočená, čepel je světle zelená, lysá. Pochva prvního listu je lehce smáčknutá, lysá, světle zelená či načervenalá s tmavšími žilkami, dlouhá 10-16 mm. Ouška ani jazýček nejsou přítomny. Další listy jsou postupně delší, ostře špičaté, též obloukovitě vyklenuté, pochvy jsou výrazněji smáčknuté. Horní listy mohou být až 30 cm dlouhé a 15 mm široké, se slabě kýlnatým prostředním žebrem na rubu (Jursík et al. 2018). Květenstvím je přímá nebo převislá lata dosahující délky 8-15 cm. Je složena z několika šikmo odstávajících, hroznovitě uspořádaných lichoklasů (Jursík et al. 2018). Jednotlivé klásky jsou jednokvěté (Mikulka 2014), žlutozelené nebo hnědo fialové. Plevy jsou štětinatě chlupaté, rozdílných velikostí, dolní bývá podstatně menší. Dolní plucha je volná, též štětinatá, může být dlouze osinatá i bezosinná. Plucha horní, přirůstající k obilce, je hladká, ve zralém stavu světle žlutá. Plodem je obilka, která bývá okrouhlá až vejčitá, hladká, lesklá, dlouhá 2,5-3 mm a 1,7-2 mm široká (Jursík et al. 2018).

Ježatka se rozmnožuje pouze generativně, v ojedinělých případech může regenerací poškozeného trsu vzniknout až několik jedinců. Obilky po dozrání snadno opadávají, z jedné rostliny to může být i několik desítek tisíc obilek. Jejich množství se odvíjí od plodiny, kterou ježatka zapleveluje. V porostech kukuřice vyprodukuje jedna rostlina ježatky přibližně do 3 500 obilek. Zatímco v méně konkurenceschopných plodinách (cukrová řepa, zeleniny) může jediná rostlina vytvořit až 80 000 obilek (Norris 1996). V tropických oblastech jsou obilky ježatky schopny klíčit ihned po dozrání (Holm et al. 1977). V našich podmínkách však tvoří obilky s relativně dlouhou primární dormancí, což je ovlivněno především délkou dne, při které obilky ježatky dozrály (Torma & Hodi 2002). První dozralé obilky (v červenci) mívají delší primární dormanci než ty později dozralé (od konce srpna, v září). Proto dochází k porušení primární dormance u všech semen v přibližně stejnou dobu, většinou kolem října až listopadu, kdy už nejsou vhodné teplotní podmínky pro klíčení. Minimální teplota pro klíčení ježatky je 10-15 °C, s přihlédnutím k osvětlení, ročníku a původu obilek. Optimální teplota pro klíčení se pohybuje mezi 20 a 25 °C. Pozitivně působí na klíčivost kolísání teplot. Při klíčení se nároky na světlo výrazně liší v závislosti na teplotě. Při nižších teplotách, kolem 10 °C, obilky ježatky na světle obvykle neklíčí, ale ve tmě ano. Při optimální teplotě (20 °C) klíčí obilky ježatky naopak lépe na světle. Při vyšších teplotách, kolem 30 °C, již světlo klíčivost prakticky neovlivňuje. Světelné nároky se mohou ale lišit v závislosti na populaci (Salimi & Termeh



2002; Torma & Hodi 2002). Klíčivost obilek ježatky je méně inhibována nedostatkem vody nebo zasolením než u jiných plevelných druhů (Sadeghloo et al. 2013).

Ježatka kuří noha nejlépe vzchází z hloubky do 4 cm (Jursík et al. 2018). Abdallah (1991) uvádí možnost vzejítí až z 16 cm. V našich podmínkách ježatka začíná vzcházet během dubna. K nejvyšší intenzitě vzcházení však dochází až během druhé poloviny května, v závislosti na teplotě. Poté většinou následuje prudký pokles a od poloviny července ježatka prakticky nevzchází. Obilky vydrží živé pouze 2-6 let, jelikož jsou v půdě snadno napadány půdními mikroorganismy (Jursík et al. 2018).

Ježatka kuří noha využívá podobně jako laskavce tzv. C4 metabolismu. Konkurenceschopnost a růst ježatky jsou velmi ovlivněny délkou dne. Při krátkých dnech tvoří ježatka nízké rostliny s množstvím odnoží, na kterých se objevují malé laty (Holm et al. 1977). Tyto rostliny brzy kvetou a tvoří obilky. Naopak při dlouhých dnech vytváří ježatka velké rostliny s mohutnými latami a velkým množstvím obilek. Rostliny vzešlé v mírném pásmu až v druhé polovině léta se proto uplatňují jen velice těžko a v dobře zapojených porostech tak nemohou způsobit závažnější zaplevelení (Jursík et al. 2018).

Ježatka kuří noha nejlépe roste při teplotách 25-30 °C. Růst se zastavuje při 5 °C. V optimálních podmínkách je dynamika růstu a vývoje velmi rychlá, již 10 dnů po vzejití může ježatka vytvářet první odnože. Konkurenční schopnost závisí na půdní vlhkosti. Na vysýchavých půdách a během suchých let je ježatka konkurenčně méně zdatná a tvoří malé rostliny s bohatým kořenovým systémem (Martinková & Honěk 1998).

Z hlediska nepřímé regulace ježatky je důležité především střídání plodin. V případě přemnožení je na místě na několik let přerušit nebo alespoň omezit pěstování okopanin a do osevního postupu zařadit více ozimů. Vzhledem k tomu, že obilky ježatky přežívají průchod trávicím traktem živočichů, měla by statková hnojiva projít dostatečným fermentačním procesem (Jursík et al. 2018).

Díky mohutnému kořenovému systému jsou rostliny v půdě velmi dobře ukotveny, což může značně komplikovat ruční pletí či plečkování, ve vyšších růstových fázích se z porostu mechanicky odstraňují již velmi obtížně. Kořenový systém navíc snadno regeneruje, takže nedojde-li po plečkování k dostatečnému zavadnutí a následnému zaschnutí, v důsledku např. ovlhnutí půdy srážkami, rostliny brzy opět pokračují v růstu (Jursík et al. 2018).

Proti ježatce v porostech kukuřice je možné použít značné množství přípravků, je třeba ale počítat se sníženou účinností za sucha, především u půdních přípravků. Pro preemergentní a časně postemergentní ochranu lze použít *dimethenamid*, *pethoxamid*, *isoxaflutole*, *metolachlor*, *flufenacet*, *sulcotrione* a *mesotrione*. V případě extrémního sucha je u některých

přípravků vhodnější jejich mělké zapravení do půdy před výsevem kukuřice. Účinnost většiny zmíněných látek po vzejití ježatky prudce klesá (působí do fáze 1-3 listů v závislosti na počasí a herbicidu). K potlačení ježatky ve fázi 2-3 listů je vhodné použít v první řadě kombinované přípravky, které obsahují dvě účinné látky. V následujících růstových fázích vykazují dobrou účinnost *tembotrione* a sulfonylmočoviny *nicosulfuron*, *foramsulfuron* a *rimsulfuron* (Jursík et al. 2018).

### 3.2.3 Pýr plazivý (*Elytrigia repens* (L.) NEVSKI)

Pýr plazivý z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) je vytrvalá rostlina s mělce kořenícími oddenky. Díky vysoké konkurenční schopnosti se řadí mezi významné plevely (Mikulka et al. 2005). Pýr plazivý je domácím druhem Evropy, mírné Asie i severní Afriky. Introdukován byl do Severní i Jižní Ameriky, Austrálie a Oceánie. Vyskytuje se především v mírném pásmu, ale objevuje se i v chladnějších oblastech subtropů (Holm et al. 1977). V tropických oblastech se pýr nevyskytuje, což může být zapříčiněno buďto absencí studené periody, která vyvolává dormanci oddenků nebo příliš vysokými teplotami v kombinaci s krátkými dny (Hakansson 1969).

V ČR pýr roste hojně téměř na všech půdách. Zapleveluje jednoleté i víceleté plodiny včetně vytrvalých kultur (Jursík et al. 2018). Upřednostňuje těžší vlhké půdy, ale běžně se vyskytuje i na lehčích sušších půdách. Nevyhovují mu akorát extrémně suchá a kamenitá místa s výrazně nízkým pH (Holm et al. 1977).

Pýr plazivý se může rozmnožovat jak generativně, tak vegetativně (Mikulka 2014). V druhém případě se tak děje pomocí tuhých článkovitých oddenků. Mladé oddenky jsou zprvu smetanově žluté, později hnědnou. Na každém článku se nachází pupen, ze kterého mohou rašit plodná i neplodná stébla. Listové čepele jsou široké kolem 5-12 mm, drsné, lysé. Pochvy mohou být hustě chlupaté, zvláště ty spodní, nebo naopak lysé. Obsahují velmi malý jazýček a tenká postranní ouška. V případě generativního rozmnožování je koleoptile dlouhá 12-20 mm, hnědočervená. Čepel prvního listu je dlouhá 50-90 mm a jen asi 1,3-2 mm široká, úzce čárkovitá, obvykle pětižilná, na vrcholu zašpičatělá, oboustranně, a zvláště na okrajích velmi krátce chlupatá. Pochva prvního pravého listu je hnědočervená, 25-20 mm dlouhá, většinou též krátce chlupatá, s velmi krátkým jazýčkem a bez oušek. Další listy jsou již větší a vícežilné, postupně se podobající listům vznikajícím z oddenků, mají krátký jazýček a nitkovitá ouška. Listy jsou sytě zelené až šedozelelé. Plodná stébla jsou obvykle lysá (Jursík et al. 2018) a mohou dorůst výšky i přes 100 cm (Mikulka et al. 1999). Stébla jsou zakončena lichoklasem

dlouhým 5-15 cm a složeným z 15-20 klásků. Nerozpadavé klásky obsahují 5-7 květů (Jursík et al. 2018). Kvete od června do srpna (Mikulka 2014). Kořenový systém pýru je mohutný, uložen poměrně mělce v hloubce do 20-30 cm (Hakansson (1969) uvádí až 40 cm), s vysokou regenerační schopností. Z jednoho segmentu oddenku o délce 10 cm je rostlina schopna během vegetace vytvořit až 30 m síť oddenků (Mikulka et al. 1999).

Na orné půdě, na intenzivněji obdělávaných plochách a ve vlhkých letech převládá vegetativní rozmnožování. Naopak na chudších půdách, při nižší intenzitě zpracování a v suchých letech je vyšší produkce generativních orgánů. Jedná se o rostlinu cizosprašnou, ale v ojedinělých případech je i možnost samosprašení (Jursík et al. 2018).

Obilka pýru je kryta 6-10 mm dlouhou pluchou, která je šedožlutá, úzce kopinatá, bezosinná nebo jen krátce osinatá. Na bázi obilky je kuželovitá pastopečka. Jedna rostlina obvykle vytvoří několik set obilek, jeden lichoklas pak obsahuje 15-100 životaschopných obilek. Velké množství obilek je obvykle poškozeno například při sklizni (Williams & Attwood 1971). Po dozrání jsou obilky dobře klíčivé a tuto vlastnost si udržují po celou dobu svojí životnosti. Určitá dormance může vznikat pouze při nepříznivých podmínkách pro klíčení. Obilky pýru plazivého klíčí nejlépe při 20-30 °C (Deyl 1964). Střídání teplot má velmi dobrý vliv na klíčení. Některé populace pýru mají obilky pozitivně fotoblastické (klíčí lépe na světle než ve tmě). Nejlépe vzhází z hloubky kolem 1 cm, z hloubky nad 8 cm již prakticky nevzhází. Obilky pýru mají v půdě poměrně krátkou životnost, jejich zásoba je vyčerpána obvykle do 5 let (Jursík et al. 2018).

Období vegetačního klidu je u pýru plazivého velmi krátké, začíná po silnějších mrazech a končí s prvním teplejším jarním dnem. V teplejších oblastech při mírných zimách může růst přes celé zimní období. Díky odolnosti k nízkým teplotám dokáže přezimovat v kterékoliv růstové fázi. Možné zimní vymírání je způsobeno spíše než vymrznutím vyschnutím oddenků. Pokud jsou kořeny a oddenky v půdě, nebývají poškozovány ani holomrazy, dojde-li však kultivační půdy k jejich vynesení na povrch, jsou mrazem snadno zničeny. Optimální teplota pro růst nadzemních částí je 25-30 °C. Pro růst oddenků je optimum kolem 20-25 °C. Z toho lze předpokládat, že v jarním a podzimním období bude převládat kořenový růst, zatímco při vyšších letních teplotách bude intenzivněji růst nadzemní hmota. Při teplotách nad 35 °C dochází k zastavení vývoje a růstu pýru, při teplotách nad 40 °C pak může dojít i k poškození rostliny (Hakansson 1969). Vysoké teploty vyvolávají také dormanci pupenů oddenků, ta je však velmi snadno porušena rozdělením oddenků na menší segmenty (výrazná apikální dominance). Celý proces inhibice apikální dominance a dormance je řízen rostlinnými hormony, hlavně kyselinou abscisovou (Taylor et al. 1995).

Klíční rostlinky rostou velmi rychle a za jeden měsíc jsou schopny začít vytvářet oddenky. Rostliny vzešlé během srpna a září vytvoří do zimy kořenový systém způsobilý k vegetativní reprodukci (Mikulka 2014). V průběhu prvního roku života však rostliny nekvetou (Deyl 1964). Oddenky tvoří často hustou spleť, na ploše 1 m<sup>2</sup> se může objevit ohnisko až s 350 m oddenků. Při dobré výživě ve vlhkých letech vyrůstají z internodií na podzim oddenky později vytvářející stébla. Proto dochází k rychlé regeneraci pýru na strništích. Rostliny pýru vytváří velké množství vedlejších pupenů, může se tak zdát, že vytváří trsy, ale netrsnatí (Hakansson 1969). Na hloubku uložení oddenků v půdě má velký vliv způsob a hloubka zpracování půdy. U neobdělávaných půd se nachází v hloubce 10 cm přes 90 % oddenků, zatímco na hluboko oraných stanovištích může 50 % oddenků ležet v hloubce 10-20 cm (Lemieux et al. 1993). Na hloubku uložení oddenků v půdě má vliv také obsah vody v půdě. Za sucha jsou oddenky hlouběji, než je tomu za vlhka. V závislosti na půdních a povětrnostních podmínkách je roční přírůstek jednoho oddenku přibližně 25-100 cm. Regenerace oddenků po orbě je závislá na vlhkosti půdy i velikosti a hloubce uložení jednotlivých fragmentů oddenků. Nejlépe obrůstají oddenky dostatečně velké a oddenky uložené v hloubce 2,5-7,5 cm. Z hloubky nad 30 cm vzchází jen oddenky delší než 32 cm (Hakansson 1968). U výrazně krátkých fragmentů oddenků dochází k vyčerpání zásobních látek během vzcházení z větších hloubek a následnému odumření (Jursík et al. 2018).

Pýr plazivý nesnáší zastínění, při omezení dostupnosti světla dochází k výraznému snížení růstu, a to hlavně podzemních orgánů (Hakansson 1969). Na růst kořenů má pozitivní vliv také délka dne a obsah přístupného dusíku v půdě (Jursík et al. 2018).

Pýr je jedním z našich nejvýznamnějších vytrvalých plevelů. Při silném výskytu dokáže potlačit většinu plodin. Vyhovují mu osevň sledy s vysokým zastoupením řepky, obilnin a víceletých píceň. Dokáže se ale velmi dobře uplatnit skoro ve všech plodinách. Minimalizace zpracování půdy i pokles celkové úrovně agrotechniky podporují šíření pýru (Schulz et al. 1994). Pýr plazivý neovlivňuje negativně plodinu pouze konkurenčním působením, jeho živé i odumírající rostliny uvolňují do půdy alelopatické látky (glykosid agropyren) (Mikulka et al. 2005), které působí toxicky na ostatní rostliny a brzdí jejich růst. Obilniny jsou k těmto látkám většinou odolnější (vyjma kukuřice) než širolisté plodiny (Schulz et al. 1994). Další negativní vlastností oddenků pýru je jejich prorůstání podzemními orgány plodin jako jsou např. brambory, řepa, cibulová a kořenová zelenina atd. Přítomnost pýru plazivého také zvyšuje riziko rozvoje chorob u obilnin a kulturních trav, jedná se například o původce černání pat stébel, rzi plevové, hnědé skvrnitosti ječmene, mazlavé sněti pšeničné a dalších. Pokud se silně zaplevelené pole pýrem nechá ladem, velmi rychle se začne formovat tzv. pýrové stadium

sukcese, kdy pýr vytvoří takřka monokulturní porost, do nějž ostatní druhy jen stěží pronikají. Tento stav může trvat na stanovišti bez větších změn i přes deset let, dochází tak k brždění spontánního vývoje společenstev (Jursík et al. 2018).

Vzhledem k možnosti uplatnění pýru ve všech plodinách a jeho vytrvalosti je potřeba řešit regulaci komplexně v rámci celého osevního postupu. Měl by být kladen důraz na plodiny, ve kterých je možné provést relativně levné a účinné zásahy. Pýr lze však nejefektivněji regulovat v meziporostním období. Poměrně dobře je omezován kvalitním a hlubokým zpracováním půdy. Pozitivní vliv má podmítka. Vyšší efekt vykazuje podmítka provedená ihned po sklizni obilniny. Několikatýdenní prodleva mezi sklizní a podmítkou zřetelně snižuje její regulační efekt (Ringselle et al. 2016). Hlubokou orbou jsou pak přežívající oddenky zaklopeny a v hloubce následně odumírají. Efekt podmítky a orby může být za vlhkého počasí značně snížen díky obrůstání rostlin pýru, zejména při použití talířových podmítačů (Jursík et al. 2018).

U bezorebných technologií zpracování půdy je možné v meziporostním období pýr zdárně regulovat glyphosatovými herbicidy. Pýr je vůči nim vysoce citlivý již při poměrně nízkých dávkách, ačkoli rozdíly v citlivosti k tomuto herbicidu mohou být mezi lokálními populacemi relativně velké (Espeby et al. 2014). Pro dostatečně účinný a dlouhodobý efekt zásahu je však důležité správné načasování aplikace. Tu lze provést rovnou na strniště předplodiny, ale vhodnější je nejprve zaplevelené stanoviště zpracovat talířovým podmítačem. Docílíme tak vzniku menších částí rozřezáním dlouhých oddenků, čímž dojde k porušení dormance a následnému hromadnému vzházení. Následná aplikace glyphosatových herbicidů je mnohem účinnější, i při snížené dávce herbicidu (Herker & Vander Born 1997). Glyphosatové herbicidy mohou mít nižší účinnost za sucha, kdy je hlubší dormance oddenků. V takové situaci, nebo v případě příliš pozdní sklizně předplodiny, je vhodné ošetření provést až na jaře. I zde by ale mělo dojít k rozřezání oddenků pýru, nejlépe na podzim. Aplikace by pak měla být provedena přibližně počátkem dubna, kdy je pýr již vzešlý a je vytvořena dostačující listová plocha (Jursík et al. 2018).

Vysoce účinné může být také použití glyphosatových herbicidů v obilní předplodině (tzv. předsklizňová aplikace). Konkurojící obilnina způsobuje snížení intenzity osvětlení dopadající na rostliny pýru, reakcí na to je zvýšení poměru mezi nadzemní hmotou a podzemními oddenky. Proto často bývají předsklizňové aplikace efektivnější než následné ošetření obrůstajícího strniště. V ČR je však tento způsob aplikace glyphosatových herbicidů povolen pouze u plodin, které nejsou určeny k potravinářským a krmným účelům. V případech, kdy nelze použít herbicid, je možné jeho aplikaci nahradit hlubokou orbou (nejlépe

s předradličkou). Krátké oddenky oslabené rašením je potřeba zakrýt minimálně 12cm vrstvou půdy (Jursík et al. 2018).

V kukuřici se pýr plazivý velmi dobře reguluje některými sulfonylmočoviny. Značnou účinnost vykazuje především kombinace *foramsulfuron* + *iodosulfuron*. Dále herbicidy s obsahem *nicosulfuronu*, popřípadě *rimsulfuronu*. Pro dosažení maximální účinnosti těchto herbicidů je potřeba aplikovat jejich nejvyšší registrované dávky. WG formulace herbicidů je třeba používat s vhodným adjuvancem, ideálně olejovým. Ten urychluje a zvyšuje průnik přípravku přes povrch listů. Vzhledem k alelopatickému působení pýru a jeho velmi brzkému konkurenčnímu působení je vhodné při vysoké intenzitě zaplevelení aplikaci dlouho neodkládat. Se zvětšující se růstovou fází pýru účinnost některých herbicidů (*rimsulfuron*) klesá (Jursík et al. 2018).

### 3.2.4 Opletka obecná (*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve)

Opletka obecná je jednoletý časně jarní plevel z čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*) (Mikulka et al. 1999) Roste v mírném pásmu na obou polokoulích. Hojně se vyskytuje hlavně v Evropě, zasahuje do severní části Afriky. Významně je rozšířena po celé Severní Americe a její výskyt je významný také v Jižní Americe, Asii, Austrálii a Oceánii i na Novém Zélandu. Díky její značné adaptabilitě můžeme opletku najít i v chladnějších, vyšších polohách tropů (Holm et al. 1977). Vzhledem k jejímu popínavému charakteru je konkurenčně velmi silná. U hustěji setých plodin se prosazuje, pokud dojde k jejich prořidnutí nebo mezerovitosti, způsobuje polehání rostlin ovíjením kolem lodyh či stébel. Ovinuté rostliny nehynou, ale jejich vývoj je zpomalen, dozrávají později (Jursík et al. 2018). Opletka nesnáší zastínění, při nedostatku světla výrazně brzdí růst (Human & Peeper 1983). U hustě zapojených porostů jsou tak vzcházející rostliny opletky potlačovány. V širokořádkových plodinách má však prostor k růstu a vytváří těžko mechanicky odstranitelná ohniska (Jursík et al. 2018). Patří proto k jednomu z 80 nejnebezpečnějších plevelů světa (Holm et al. 1977).

V ČR je velmi rozšířena od nížin až do podhůří. Nejvíce roste ale v nižších polohách, jelikož je relativně teplomilná. Preferuje lehčí písčité a písčitohlinité půdy, vyskytuje se však i na půdách těžších. Objevuje se na půdách zásaditých, o něco častěji na kyselých. V extrémně kyselých podmínkách jsou její listy menší a načervenalé (Jursík et al. 2018).

Opletka tvoří většinou jednoduchý až slabě větvený, kulový kořen, který často zasahuje až do podorničí. Lodyha je poléhavá, případně pravotočivě ovíjivá, většinou větvená, hranatá, podélně rýhovaná a na bázi načervenalá, dlouhá 15-45 (100) cm (Mikulka et al. 1999). Děložní

listy jsou, úzce eliptické až čárkovité, u báze klínovité a velmi krátce řapíkaté, na vrcholu tupé až nevýrazně špičaté, 12–20 mm dlouhé a 3-5 mm široké. Čepele jsou zelené až hnědozelené, lysé, většinou svírající tupý úhel. Pravé listy jsou střídavé. První pravý list je dlouhý 15-25 mm, široký 10-15 mm, zpravidla střelovitý, občas jen vejčité trojúhelníkovitý. Čepel bývá sytě zelená, v mládí načervenalá a podvinutá, především na okrajích a na líci jemně papilózní, což je viditelné pouze pod lupou. Řapík dosahuje délky přibližně poloviny čepele a u jeho báze se nachází velmi krátká blanitá botka. Následující listy jsou postupně větší, ostře zašpičatělé na vrcholu, na bázi zřetelněji střelovité a dlouze řapíkaté, blanitá botka u báze řapíku je nápadnější (Jursík et al. 2018), Mikulka (2014) však uvádí, že botky jsou krátké a lysé. Květy jsou drobné, z úžlabí listů vyrůstají ve shlucích po 2-6 nebo jsou uspořádány v řídké hrozny, ty jsou většinou kratší než listy. Okvětí je pětičetné, bílé až narůžovělé, popřípadě nazelenalé (Mikulka et al. 2005), delší než květní stopka (Jursík et al. 2018).

Opletka obecná se rozmnožuje pouze generativně, kvete od června do září, plody dozrávají od července do podzimu. Klíčící rostliny se objevují od března a v omezené míře vzchází i během vegetace. Plodem jsou trojhranné, v obrysu široce eliptické, na povrchu bradavčité, matné, téměř černé nažky dlouhé 2,7-4 mm a obalené zaschlým šedozeleným okvětím (Mikulka 2014). Jejich množství na jedné rostlině se poměrně liší mezi autory. Mikulka et al. (1999) uvádí počet 140-200, podobně i Benkert & Hank (1992), který píše o desítkách až stovkách nažek, podle Deyla (1964) to může být i přes 5 000 a Forsberg & Best (1964) uvádějí dokonce přes 30 000 nažek na rostlinu, ale pouze v ideálních podmínkách, kdy rostlina nekonkuruje. Tvorba nažek je výrazně nižší u rostlin vzešlých až později na jaře či během léta. Čerstvě dozralé nažky jsou málo klíčivé (do 3 %), během podzimu tedy prakticky nevzchází. Příčinou primární dormance je patrně nepropustné osemení (Timson 1966). Až po přezimování v půdě dojde k rozrušení osemení a porušení dormance, semeno začne následně klíčit (Jursík et al. 2018)

Nažky opletky klíčí v teplotním rozmezí 2-30 °C. Při teplotě 5-15 °C dosahují maximální klíčivosti (Jursík et al. 2018). Během suchých let bývá intenzita vzcházení nižší, jelikož opletka vyžaduje při klíčení vysokou vlhkost. Podle Chancellora (1964) nažky vzchází nejlépe z hloubky od 1 do 5 cm. Forsberg & Best (1964) však uvádějí, že rostliny mohou vzejít z hloubky i 20 cm, s nárůstem hloubky se ale prodlužuje doba vzcházení.

Životnost nažek v půdě je 5-10 let, v biologicky aktivních půdách ale ztrácejí životnost už během 1 až 2 let. Nažky vykazují relativně velkou perzistenci ve statkových hnojivech a siláži, u statkových hnojiv je proto vhodné dosáhnout, pokud možno, vysokých teplot při

fermentaci. K šíření opletky tedy může dojít buďto prostřednictvím organických hnojiv či špatně vyčištěným osivem (Holm et al. 1977).

K potlačení opletky obecné jsou vhodné především ozimé obilniny. K výsevu jařin je třeba přistupovat velmi časně. Důležitá je též brzká podmítka. Některé lodyžní větve nejsou při sklizni plodiny posečeny, jelikož jsou ve spodním patře porostu, rostliny na strništi pak znovu brzy obrůstají a tvoří semena (Jursík et al. 2018).

V porostech kukuřice je opletka velmi obtížně potlačována herbicidy, je odolná například k látkám *isoxaflutole*, *metolachlor*, *rimsulfuron*, *iodosulfuron*, *foramsulfuron*, *thiefensulfuron*, *2,4-D*, *MCPA*. Při vyšší intenzitě zaplevelení opletkou je vhodné výběr herbicidu a termín ošetření řídit právě tímto druhem. Z registrovaných preemergentních herbicidů vykazují nejlepší účinnost ty s obsahem *terbutylazinu*, ideálně v kombinaci s *dimethenamidem*. Tyto přípravky je možné použít i časně postemergentně, kdy bývá dosahováno vyšší účinnosti, a to hlavně za sucha. V tomto termínu lze použít i kombinaci *terbuthylazin* + *mesotrione*, *terbuthylazine* + *sulcotrione*, *thiencarbazone* + *isoxaflutole* a *mesotrione* + *florasulam*. Z obvyklých postemergentních přípravků vykazují uspokojivou účinnost jedině *bromoxynil*, *thiencarbazone* a *dicamba*. Sulfonylmočoviny používané v kukuřici jsou obvykle nepříliš účinné, až na *nicosulfuron*, ale ani jeho účinnost nebývá pokaždé dostačující. Dobrou účinnost vykazují některé směsné přípravky s účinnými látkami *dicamba* + *tritosulfuron*, *mesotrione* + *nicosulfuron*, *dicamba* + *nicosulfuron* + *rimsulfuron* a *bromoxynil* + *terbutylazin* (Jursík et al. 2018).

### **3.2.5 Merlík bílý (*Chenopodium album* L.)**

Merlík bílý z čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*) je jednoletý pozdně jarní plevel (Mikulka 2014). Jeho původ je nejistý, ale předpokládá se, že pochází z Evropy (Holm et al. 1977). Johnston (2002) ovšem dokládá, že byl již před evropskou kolonizací, během 15. a 16. století, rozšířen v Severní Americe. Jedná se o polyploidní druh hybridního původu, není však přesně známa doba a místo vzniku tohoto ustáleného křížence. V současnosti je merlík bílý rozšířen po celém světě, především v mírném pásmu, na jižní polokouli k 50° j. š. a na severní polokouli až k 70° s. š. Můžeme ho najít na všech ekologických stanovištích, mimo extrémně aridní oblasti, v nadmořské výšce až do 3 600 m (Holm et al. 1977). V ČR se nachází hojně, od nížin až do podhorských oblastí. Není náročný na půdní podmínky, ale velmi dobře reaguje na hnojení, především dusíkem. Merlík je schopný růst a tvořit plody v širokém rozmezí stanovištních podmínek, je přizpůsobivý. V optimálních podmínkách, v místech s dostatkem



živin a vláhy, vytváří bohatě větvené mohutné rostliny s dlouhou vegetační dobou, které produkují velké množství nažek (Jursík et al. 2018). Konkurenčně není příliš zdatný (Mikulka 2014), přesto se řadí mezi deset nejvýznamnějších plevelů světa (Holm et al. 1977).

Merlík zakořeňuje poměrně hlubokým větveným křovitým kořenem zasahujícím až do podorničí (Mikulka et al. 2005). Děložní listy vzcházejících rostlin jsou dlouhé 7-11 mm, široké 1,5-2,5 mm, čárkovitě kopinaté, na vrcholu tupé až zaokrouhlené. Čepele jsou lysé, masité, na líci matně zelené, na rubu nafialovělé, řapíky dosahují přibližně do jedné třetiny délky čepele. Pravé listy jsou zprvu vstřícné, později střídavé. První párové listy jsou vejčité, na vrcholu tupé, celokrajné nebo jen ve spodní polovině s nevýraznými zuby, u báze stažené v řapíky o trochu kratšími než čepele, 9-16 mm dlouhé, 5-10 mm široké. Listy vzbuzují dojem pomoučenosti, což je způsobeno kulovitými chlupy na obou stranách listů, ty jsou na líci šedozelené, na rubu mnohdy nafialovělé. Další pravé listy bývají větší, vejčité kosníkovité s krátkými řapíky, klínovitou bází, špičatým vrcholem, na okraji výrazněji nepravidelně zubaté, rovněž pomoučené, a to především v mládí na spodní straně listu. Horní lodyžní listy jsou celokrajné, kopinaté až úzce kopinaté (Jursík et al. 2018). Lodyha je nevýrazně vícehranná, zeleně nebo červeně proužkovaná (Mikulka et al. 2005), v mládí silně pomoučená, později až holá. Merlík bílý může dorůst výšky 10-200 cm. Květenstvím je koncový lichoklas až licholata složená z vícekvětných stažených klubiček. Květy jsou pětičetné, okvěti vejčité kopinaté, sivozelené, bíle lemované. Jedná se o morfologicky velmi rozmanitý druh (Jursík et al. 2018).

Merlík bílý kvete od června do října, rozmnožuje se výlučně semeny (Mikulka et al. 1999). Plody jsou nažky, hnědé až černé barvy, lesklé, uzavřené do okvěti, čočkovitého tvaru a velikosti 1,2-1,5 mm. Jedna rostlina může vyprodukovat i přes 100 tisíc semen. V porostech širokořádkových plodin je schopnost merlíku bílého se reprodukovat výrazně ovlivněna dobou vzejití. Rostliny merlíku mohou vytvořit až několik set tisíc nažek, pokud vzejdou před vzejitím kulturní plodiny či krátce po něm, zatímco rostliny merlíku, které vzešly až těsně před zapojením porostu, vytvoří obvykle jen několik stovek nažek na metr<sup>2</sup>. Nažky dozrávají na mateřské rostlině v nepravidelných intervalech až na konci léta a během podzimu (Jursík et al. 2018). Merlík bílý tvoří dva druhy plodů (heterokarpie), převládají většinou nažky černé, které bývají obvykle větší, se silnějším oplodím a o semením. Druhým typem jsou nažky hnědavé až nažloutlé, s tenčím oplodím a o semením (Hron & Vodák 1959).

Předpokládá se, že životnost a dormance nažek je různá v závislosti na jejich tvaru a barvě. Tmavé nažky, jichž je obvykle více, mají delší dormanci než světlé nažky. Mezi jednotlivými populacemi se délka primární dormance liší, může být dokonce odlišná i mezi jedinci jedné populace. Obecně lze tvrdit, že délka dne, při které nažky zrají, výrazně ovlivňuje dormanci.

Dlouhý den přispívá k tvorbě silně dormantních nažek a naopak. K porušení dormance u nažek dozrálých v létě dochází až pozdě na podzim, kdy už nejsou vhodné podmínky pro klíčení. Ačkoliv mají nažky dozrálé na konci září a během října vysokou klíčivost již krátce po dozrání, ani zde už většinou nedojde kvůli teplotním podmínkám ke klíčení. Z tohoto důvodu dochází k hromadnému vzcházení merlíku až následující jaro. Jedná se o určitou metodu, jak předejít neefektivnímu vzcházení na podzim, kdy by již nedošlo k dokončení reprodukce (Jursík et al. 2018).

Merlík bílý vzchází z maximální hloubky do 3 cm, nejlépe však z povrchových vrstev, za vhodných vláhových podmínek vzchází přímo z povrchu půdy (Eslami 2011). Nažky nejsou při klíčení příliš náročné na vodu (Berés 1993). V závislosti na ročníku a původu nažek merlíku bílého se liší optimální teplota pro klíčení (Özer 1996). Pohybuje se mezi 10-25 °C, střídání teplot zároveň na klíčení působí pozitivně (Eslami 2011). Na našem území začínají nažky klíčit přibližně při 5 °C. Optimální teplota je zhruba 20 °C. Merlík bílý lépe klíčí při světle než ve tmě (je pozitivně fotoblastický). Objevují se však i ekotypy s vyšší klíčivostí ve tmě. Nažky dozrálé ve vyšších nadmořských výškách mívají pro klíčení větší teplotní rozpětí, 2-40 °C (Holm et al. 1977). V ČR je merlík bílý nejrozšířenějším plevelným druhem v půdní zásobě semen, často je to i přes 50 % z těchto zásob (Kohout 1997).

Díky nízkým teplotním nárokům na klíčení je ze skupiny pozdních jarních plevelů merlík nejranější. Již koncem března se na výhřevných půdách a v teplejších oblastech objevují první rostlinky. K hlavní vlně vzcházení dochází však až na přelomu dubna a května. Vzcházevost zpravidla výrazně klesá během června, v červenci a první polovině srpna se klíční rostliny objevují již jen sporadicky. Druhá vlna vzcházení je výrazně slabší než ta jarní, nastává v druhé polovině srpna a v průběhu září (Jursík et al. 2018).

Nažky merlíku bílého si díky silnému osemení udržují dlouhou životnost i po průchodu zaživacím traktem hospodářských zvířat, částečná klíčivost zůstává i ve statkových hnojivech. V půdě pak vydrží životné i několik desítek let, v závislosti na povětrnostních a půdních podmínkách (Holm et al. 1977).

Merlík je krátkodenní rostlina, která díky dlouhodobým podmínkám mírného pásma tvoří velké, silné jedince kvetoucí až s příchodem kratších dnů. Rostliny vzešlé v průběhu června jsou menší, urychlují svůj vývoj. Tvoří méně semen obvykle s kratší dormancí oproti semenům dozrálým na jarních rostlinách. V tropických oblastech merlík tvoří drobnější rostliny s menší konkurenceschopností a kvete časněji. Vývoj a růst merlíku bílého je velmi ovlivněn také teplotou. Během chladnějších let se prodlužuje vegetativní fáze růstu a vzniká velké množství semen. V teplejších letech se naopak zkracuje doba od vzejití do kvetení. Délka životního cyklu

se mění v závislosti na stanovišti, ročníku a fotoperiodě, trvá průměrně 4 měsíce (Holm et al. 1977).

Vzhledem k světlomilnosti merlíku nejčastěji zapleveluje širokořádkové plodiny. Může se objevit i v následných plodinách jako jsou později seté (prořídle) jařiny, které bývají často zařazovány (Jursík et al. 2018).

Zpočátku se rostliny vzešle brzy na jaře vyvíjejí velice pomalu, vývoj se zrychluje až za teplejšího počasí. Vytváření nadzemních orgánů a růst podstatně přizpůsobuje dané plodině. V porostech kukuřice tvoří vysoké rostliny s menším počtem větví i listů (Hron & Vodák 1959). Pokles poměru hmotnosti sušiny stonků a listů je výsledkem konkurenčního boje o světlo. Poměr mezi hmotnostmi sušiny kořenů a stonků ovšem zůstává stejný (Rohring & Stutzel 2001).

Regulace merlíku bílého je na silně zaplevelených stanovištích věcí dlouhodobou, především je důležité zabránit přísunu nových semen do půdních zásob. V obilninách tomu lze zabránit včasným výsevem jarních obilnin a dostatečně hustými porosty. Je namístě navýšit podíl ozimých plodin na úkor okopanin, je-li výskyt merlíku silný (Jursík et al. 2018).

V kukuřici je možné použít k regulaci merlíku bílého relativně velké množství herbicidů. Z preemergentních přípravků lze s velmi dobrými výsledky použít herbicidy obsahující *isoxaflutole*, *terbuthylazine* a *pendimethalin*. Za sucha je ovšem efektivnější časná postemergentní aplikace těchto látek. K časně postemergentní aplikaci lze s vysokou účinností použít také herbicidy obsahující *sulcotrione* a *mesotrione*. Pro postemergentní použití ve vyšších růstových fázích vykazují vysokou účinnost na merlík bílý přípravky obsahující *bromoxynil*, *tembotrione*, sulfonylmočoviny *tritosulfuron* a *thifensulfuron*, většina kombinovaných přípravků a růstových herbicidů s 2,4-D a *dicambou* (Jursík et al. 2018).

### **3.3 Regulace plevelů v kukuřici**

#### **3.3.1 Nepřímé metody regulace**

K nepřímým metodám regulace plevelů řadíme takové pracovní postupy, jež mají za cíl bránit výskytu plevelů v budoucích porostech (Jursík et al. 2018).

K těmto metodám lze zařadit již samotný výběr pozemku. Plodiny náchylné k zaplevelení určitým plevelným druhem nebudeme zařazovat na pozemky, kde je tento plevel hojný. Důležitým aspektem snižujícím problémy se zaplevelením je vhodné střídání plodin. Pokud jsou osevní postupy vyvážené a obsahují širší škálu plodin, k přemnožení plevelů by nemělo dojít. Jestliže je některá skupina plodin zařazována častěji než jiná, dojde časem k posunu plevelného spektra a objeví se plevele, které mají podobnou bionomii jako pěstované plodiny a mohou se v nich lépe prosadit. Dalším ze způsobů, jak eliminovat zavlečení nových plevelných druhů na pozemek, je používání osiv a statkových hnojiv bez příměsí semen plevelů. Příměsí semen plevelů lze ve velké míře z osiva odstranit čištěním. Problém může nastat u farmářského osiva, kde bývá vyšší podíl nečistot. U statkových hnojiv jako hnůj, kompost apod. může část semen projít neporušená trávícím traktem zvířat a na pole se dostat s nevyzrálým hnojem. Řada plevelných druhů roste v blízkosti hnojišť a kompostáren či dokonce přímo na nich. Udržování těchto ploch v bezplevelném stavu je důležitým bodem regulace výskytu plevelů (Jursík et al. 2011). Zpracování půdy jako podmítka, orba a předset'ová příprava mají sice nižší význam než v minulosti, ale stále jsou významnou součástí komplexního systému regulace plevelů (Mikulka et al 1999). Jejich využití v půdoochranných systémech zpracování půdy je však výrazně limitováno. V suchých oblastech či letech mohou tyto operace rovněž přispívat k vysychání půdy.

#### **3.3.2 Přímé metody regulace**

V současné době je převážná část regulace plevelů směřována do vegetační doby kukuřice, přičemž se využívá především herbicidů (Zimolka et al. 2008). V posledních letech však výrazně vzrostl význam dalších regulačních zásahů, jako je využívání meziplodin, mulčů a plečkování.

##### **3.3.2.1 Meziplodina a mulčování**

Pěstování meziplodin má významný preventivní účinek na zaplevelení následné plodiny. Omezuje generativní rozmnožování plevelů a může redukovat rozvoj vegetativních orgánů u vytrvalých plevelů. Použití meziplodiny má význam především v případech, kde

následuje po sklizni předplodiny delší mezíporostní období, u kterého by bylo nutné opakovaně zakročit proti plevelům mechanicky či chemicky (Jursík et al. 2018). Meziplodiny se podílejí na biologickém zpracování půdy, fixují živiny a zvyšují infiltraci vody do půdy. Velmi významně také zpestřují osevní sledy a příznivě působí jako protierozní opatření. Jako meziplodinu lze využít například svazenko vrtičolistou, hořčici bílou či žito seté (Brant et al. 2019).

Omezovat vzcházení plevelů mohou také rostlinné zbytky meziplodin. Na povrchu půdy zůstávají ve formě mrtvého mulče. V tomto případě je nutné vyřešit i způsob ukončení vegetace meziplodiny (Brant et al. 2019). Porosty meziplodiny jsou většinou zakládány na podzim, s dostatečným předstihem před výsevem hlavní plodiny. U nepřezimujících druhů nastane umrtvení mrazem, nebo dojde k odstranění neselektivním herbicidem. Vrstva mulče bývá obvykle nižší než u klasického nastýlání, plevele tedy mohou růst. Mnohdy však právě mulče mohou snížit účinnost aplikovaných herbicidů, především těch půdních, neboť nedojde k vytvoření kompaktního herbicidního filmu na povrchu půdy (Jursík et al. 2018).

Do rostlinných zbytků meziplodin lze přímo zakládat porosty kukuřice. Tato technologie se využívá především na polích ohrožených erozí. V posledních letech se stále více rozšiřuje pásové zpracování půdy, tzv. strip-till. Jedná se o přímý výsev do pásů zpracované půdy, kdy zbylá část pozemku je nezpracovaná. Půdoochranné technologie mají pozitivní vliv na strukturu půdy, zvyšují její retenční a akumulaci schopnost. Zmírňují utuženost a poškozování půdy nevhodnými agrotechnickými zásahy. Použitím půdoochranných technologií dochází také k úspoře finančních prostředků na pohonné hmoty a obsluhu mechanizace (Vach 2019).

### **3.3.2.2 Mechanická regulace**

Mechanická regulace plevelů byla před zavedením chemické ochrany stěžejním způsobem regulace plevelů. Jedná se především o mezířádkovou kultivaci – plečkování a vláčení během vegetačního období plodiny. K plečkování, které se provádí u širokořádkových plodin, se nejčastěji používají pasivní (nožové) nebo aktivní (rotační) plečky. V obilninách se k eliminaci plevelů používá vláčení prutovými branami. Zásah je možné provést naslepo či ve fázi 3-4 listů obilniny (Zimolka et al. 2008). K mechanické regulaci řadíme i ruční odstraňování plevelů. V praxi se využívá například v systémech ekologického zemědělství, při produkci osiva nebo při počátečním výskytu nebezpečného plevele na pozemku. Vhodné je rovněž ruční odstranění jednotlivých plevelných rostlin, které přežily herbicidní ošetření. Existuje totiž riziko, že se jedná o rezistentní jedince, kteří by se reprodukovali a jejich potomstvo by bylo

rovněž rezistentní. Během několika let by došlo k vyselektování rezistentní populace a účinnost stávající chemické ochrany na takovou populaci by byla nedostatečná (Jursík et al. 2018).

Úspěšnost mechanické regulace plevelů je z velké části závislá na povětrnostních podmínkách. Pokud je po zásahu půda vlhká a nedojde k zaschnutí plevelů, mohou některé rostliny regenerovat. Převlhčenou půdu ani technicky plečkovat nelze. Pro zvýšení účinnosti je třeba proces opakovat vícekrát. Úspěšnost mechanické regulace se pohybuje kolem 30-80 %. Výše zmiňované úkony mají pozitivní vliv na strukturu půdy a její mikrobiální aktivitu, čímž přispívají k podpoře růstu kukuřice a zvýšení její konkurenceschopnosti vůči plevelům (Zimolka et al. 2008). Plečkováním kukuřice lze rovněž zapravit hnojivo, porušit půdní škraloup a v neposlední řadě také omezit kapilární vztlínání vody.

### **3.3.2.3 Termická regulace**

Při termické regulaci plevelů se vychází z faktu, že důsledkem přehřátí dojde v rostlině k nevratným změnám zapříčiňujícím její následný úhyn. Krátkodobý nárůst teploty na cca 45 °C je dostačující pro nevratné poškození pletiv, přičemž k mechanickému poškození buněk nemusí dojít. V provozu se nejčastěji používají stroje, které za spalování plynu tvoří plamen. U kukuřice lze, vzhledem k její nižší citlivosti, provést bez poškození zákrok v meziřádku i po vzejití (Mikulka et al. 2005).

### **3.3.2.4 Biologická regulace**

Biologickou regulaci lze popsat jako účelné využívání živých organismů (bioagens) k omezení populací určitého plevelného druhu. Tato metoda využívá v přírodě běžně probíhající procesy, pouze je cílí na konkrétní plevele (Cardina 1995). K tomuto účelu se využívají různé skupiny bezobratlých živočichů jako hmyz, hlísti, roztoči apod. i patogenní organismy – houby, viry, bakterie (Mikulka et al. 2005). Principem je tedy introdukce či navýšení přirozených nepřátel, čímž dojde ke snížení populační hustoty cílového plevele na akceptovatelnou úroveň. K úplnému odstranění plevelného druhu však nedojde, neboť se snižujícím se množstvím plevelů klesá i tlak bioregulátora, dochází tak k opětovnému růstu plevelného druhu, což vede opět k namnožení bioregulátora. Dochází tím k vytvoření rovnováhy, kdy cílový plevel zůstává pod prahem škodlivosti (Cardina 1995).

Výhodami biologické regulace je šetrnost k životnímu prostředí, poměrně nízké náklady, dlouhodobá udržitelnost, využití v případech, kde je jiná regulace obtížná. K nevýhodám patří potřeba podpory od státních institucí, delší časový úsek, než dojde k maximálnímu účinku, nižší atraktivita pro velké firmy (hůře se uplatňuje na trhu), v některých

případech nevhodnost pro rychlou a krátkodobou regulaci. Biologická regulace plevelů je oproti chemické regulaci mnohem více spjata s celým integrovaným systémem ochrany a pěstování polních plodin, proto se k ní musí přistupovat komplexněji (Jursík et al 2018). V praxi se zatím využívá biologická regulace pouze k regulaci invazivních plevelů na nezemědělské půdě.

### **3.3.2.5 Chemická regulace**

V současné době je registrováno v ČR relativně velké množství herbicidů pokrývající široké druhové spektrum plevelů v kukuřici. Výběr vhodných účinných látek a termín aplikace zůstává na úsudku zemědělců. Ochrana rostlin, a s ní spojené používání herbicidů, podléhá legislativě ČR a EU. Důležitá je nejen vysoká biologická účinnost postřiků a minimální fytoxicita pro plodiny, velký důraz je kladen také na ekotoxický profil herbicidů. Posuzuje se riziko kontaminace vodních zdrojů, toxicita pro člověka a necílové organismy (půdní a vodní živočichové, včely atd.) (Zimolka et al. 2008). Příkladem mohou být triazinové herbicidy (simazin, atrazin, terbuthylazin atd.), které byly objeveny v 50. letech minulého století. Některé jsou ve světě stále využívány, v Evropě se od nich ale vzhledem k velké perzistenci a zatížení životního prostředí ustupuje (Mikulka et al. 2005).

### **3.3.3 Místo a mechanismus účinku herbicidů**

Podstata působení herbicidů spočívá v narušení některého z životně podstatných biochemických procesů v cílové plevelné rostlině. Jedná se zpravidla o inhibici jednoho či více enzymů katalyzujících některou z reakcí biosyntézy organických sloučenin (Mikulka et al. 2005). Pro dosažení dostatečné účinnosti herbicidů je třeba dodržet určité podmínky. Cílová rostlina musí být zasažena herbicidem, následně musí proběhnout dostatečný příjem účinné látky, která je transportována na místo účinku, kde musí dojít k akumulaci a perzistenci herbicidu, aby se mohla uskutečnit inhibice cílového enzymu. Herbicid je obvykle vázán na některý z podstatných proteinů, takový protein je pak nazýván jako místo účinku herbicidu. Mechanismus účinku herbicidu je způsob, jakým herbicid v rostlině inhibuje konkrétní biochemický proces (Jursík et al. 2018). V současnosti je v Evropě používána klasifikace herbicidů podle HRAC (Herbicide Resistance Action Committee), podle které se herbicidy člení do 15 hlavních skupin dle mechanismu a místa účinku, příslušnosti k chemické skupině a podobnosti symptomů poškození (Mikulka et al. 2005). Uvedeny jsou dvě skupiny v kukuřičných herbicidech nejčastěji používané.

### 3.3.3.1 ALS inhibitory

Acetolaktát syntáza (ALS) nebo také acetohydroxyacid syntáza (AHAS) je zásadním enzymem biosyntézy esenciálních aminokyselin leucinu, isoleucinu a valinu a nachází se v rostlinných buňkách. Aktivita tohoto enzymu je inhibována ve všech herbicidech této skupiny (Cobb & Reade 2010). Bezprostředním projevem po zablokování funkce ALS je zastavení tvorby výše zmiňovaných aminokyselin a poté i proteinů. Sekundárním důsledkem je inhibice syntézy DNA a zastavení dělení buněk meristematických pletiv. Následně dochází k omezení transportu asimilátů ve vodivých pletivech a růst se zastaví (Naylor 2002).

Z ALS inhibitorů nejvýznamnější a také nejpočetnější skupinou co do počtu účinných látek jsou sulfonylmočoviny. Přípravky s jejich obsahem působí na široké spektrum plevelů. V kukuřici se využívá především *foramsulfuron*, *rimsulfuron*, *thifensulfuron*, *nicosulfuron*, *iodosulfuron* a *tritosulfuron*. Pro dosažení maximální účinnosti, zvýšení a urychlení příjmu látek je vhodné aplikovat sulfonylmočoviny společně s adjuvanty (Stagnari et al. 2007). Další chemickou skupinou inhibující ALS jsou triazolopyrimidiny (*florasulam*) a triazolony se zástupcem *thiencarbazone*, který se používá k hubení celé řady plevelů v kukuřici, obvykle v kombinaci s dalšími účinnými látkami. ALS inhibují také sulfonylaminokarbonyltriazolinony (*propoxycarbazone*) a imidazolinony (*imazamox*) (Jursík et al. 2018). Část ALS inhibitorů má dlouhou perzistenci v půdě a může dojít k poškození následné plodiny, nejčastěji řepky nebo řepy (Boschin et al. 2003).

### 3.3.3.2 HPPD inhibitory

V anabolickém řetězci karotenoidových barviv je důležitým enzymem p-hydroxyfenylpyruvát dioxygenáza (HPPD). Při inhibici dochází současně k ovlivnění biosyntézy karotenoidů i celého procesu fotosyntézy (Mikulka et al. 2005). HPPD katalyzuje syntézu a-tokoferolu a biosyntézu plastochinonu. V důsledku inhibice se zastaví tvorba asimilátů, čímž dojde k letálnímu narušení látkové výměny. Následkem ztráty ochranných funkcí tokoferolu a karotenoidů dojde také k poškození chlorofylu a celých chloroplastů (Naylor 2002).

Z chemické skupiny isoxazoly je používána účinná látka *isoxaflutole*. V kukuřici slouží jako širokospektrální herbicid. V půdě rychle hydrolyzuje na vodou dobře rozpustitelnou herbicidně aktivní formu, která je relativně dlouho perzistentní (Beltran 2003). Další skupinou inhibující syntézu HPPD jsou triketony. V porostech kukuřice jsou používány jako selektivní



herbicidey přípravky s obsahem látek *mesotrione*, *tembotrione*, *sulcotrione* a *topramezone* (Jursík et al. 2018).

### 3.3.4 Selektivita herbicidů vůči plodině

Selektivita herbicidu je vlastnost umožňující cílené použití herbicidů k regulaci plevelů v porostu kulturní plodiny, aniž by došlo k jejímu výraznějšímu poškození (fytotoxicitě) (Mikulka et al. 1999). Je založena na různých, mezi sebou kombinovatelných mechanismech (Cobb & Reade 2010).

#### 3.3.4.1 Fyziologicky podmíněná selektivita

Nejběžnějším způsobem selektivity je fyziologicky podmíněná selektivita, při které dochází k degradaci herbicidu v rostlině. Spočívá ve fyziologických a biochemických odlišnostech rostlinných druhů. Vlastním zdrojem selektivity může být rychlá degradace herbicidu, mírná strukturální odlišnost cílového enzymu či nadprodukce cílového enzymu. Nejčastějším způsobem, jakým se rostlina chrání před toxicitou herbicidů je **enzymatická degradace**. Na rozdíl od plevelů, které nedovedou herbicid metabolizovat či jej metabolizují nedostatečně rychle, má plodina schopnost metabolizovat herbicid rychleji. V případě **mírné strukturální odlišnosti cílového enzymu**, na který má herbicid působit, se herbicid nemůže navázat na cílový enzym plodiny, neboť vazebné místo tohoto enzymu je strukturálně odlišné a nemůže tak dojít k blokaci cílového enzymu. Při **nadprodukcí cílového enzymu**, na který má herbicid působit, nepostačuje koncentrace herbicidu v pletivech plodiny k zablokování veškerých enzymů (Jursík et al. 2011).

#### 3.3.4.2 Morfologicko-anatomicky podmíněná selektivita

Plodiny se mohou od plevelů velmi morfologicky a anatomicky lišit. Průniku herbicidu do rostliny může bránit postavení listů, a především jejich povrch, na kterém se mohou nacházet trichomy či vosková vrstvička (Mikulka et al. 2005). Vosková vrstvička odpuzuje polární látky, kapičky postřikové jichy tak snadněji stékají. Aplikaci herbicidů je vhodné provést pár dní po silném dešti, kdy je vrstva narušená. V opačném případě, za sucha, může být účinnost herbicidů snížena, především u některých druhů (merlík bílý) (Jursík et al. 2011). Důležité je též umístění meristematických pletiv, u dvouděložných rostlin se nacházejí na okraji listů vzrostných vrcholů, růstové zóny jednoděložných jsou ukryty pod listovými pochvami (Mikulka et al. 2005). Na selektivě vůči herbicidům se podílí také rozdílná anatomická stavba rostlinných

pletiv, čehož je využíváno u syntetických auxinů (růstové herbicidy), které jsou výrazně rychleji transportovány vodivými pletivy dvouděložných než jednoděložných (Jursík et al. 2011).

### **3.3.4.3 Poziční selektivita**

Poziční selektivita je selektivita podmíněná místem dopadu herbicidu a typicky je využívána u půdních herbicidů. Spočívá v rozdílné zóně kořenového příjmu herbicidu mezi plodinou a plevelnou rostlinou. Po preemergentním ošetření vzniká na povrchu půdy herbicidní film bránící vzcházení plevelů (Mikulka et al. 2005). Malá semena vzcházejí z povrchových vrstev půdy, nejčastěji z hloubky kolem 1-2 cm a jsou tak vystavena velké koncentraci herbicidu, který se nachází především v povrchové vrstvě. Pokud jsou semena plodiny dostatečně hluboko, nejsou herbicidem zasažena (Jursík et al. 2011).

### **3.3.4.4 Herbicidní safenery**

Za účelem zvýšení selektivity k plodině, při zachování vysoké účinnosti na cílové plevele, se k méně selektivním účinným látkám přidávají tzv. safenery. Tyto látky různými způsoby zvyšují aktivitu enzymů, které se podílejí na deaktivaci (především oxidací a konjugací) herbicidu, čímž zmírňují fytoxicitu (Jursík et al. 2011).

### **3.3.5 Aplikační termíny herbicidů**

Aplikace herbicidů se zpravidla provádí v počátečních fázích vegetace, kdy se mezi plodinou a plevelem začínají utvářet konkurenční vztahy. Výběr aplikačního termínu je závislý především na typu a úrovni zaplevelení, selektivitě pro kulturní plodinu, půdních a klimatických podmínkách, převládajícím způsobu příjmu a aktuální nabídce herbicidů na trhu (Jursík et al. 2018).

#### **3.3.5.1 Preemergentní aplikace**

Preemergentní ošetření se provádí obvykle v období po zasetí, ale před vzejitím plodiny a plevelů. K tomuto účelu jsou využívány tzv. půdní herbicidy, které zabírají obvykle již vzcházení plevelů. Vyznačují se dlouhodobým (i několik měsíců) reziduálním působením v půdě (Česká společnost rostlinolékařská 2013), což s sebou může přinášet pestitelská i environmentální rizika (Jursík et al. 2018). Preemergentní aplikace je výhodná především na pozemcích s předpokládaným silným zaplevelením jednoletými jednoděložnými i dvouděložnými plevelnými druhy (Česká společnost rostlinolékařská 2013). Vzhledem k provádění aplikace „naslepo“ bývá ale často nutné provést opravné zásahy (Jursík et al. 2018).

K preemergentní aplikaci se přistupuje také ve velkých podnicích z důvodu rozložení pracovních operací (Česká společnost rostlinolékařská 2013).

Obecně platí, že účinnost preemergentního ošetření je závislá na půdní vlhkosti. Na vlhké půdě může bezprostředně dojít k vytvoření herbicidního filmu. Vlhká půda bývá také chladnější a ztráty odpařením účinné látky jsou tak menší. Suché počasí po aplikaci často bývá příčinou selhání. Pro aplikaci na suchou půdu je vhodné použít s herbicidem větší množství vody, alespoň 400 l/ha (Zimolka et al. 2008). Je-li kukuřice vyseta do suché půdy a nejsou předpovězeny krátce po aplikaci silnější srážky (nad 10 mm), je vhodnější aplikaci provést až po vzejití kukuřice i plevelů. Účinnost herbicidů se však může s růstovou fází plevelů výrazně snižovat (hlavně u ježatky kuří nohy) (Jursík & Soukup 2018). Pokud hrozí po aplikaci vysoké srážky, může se herbicid proplavit k plodině a poškodit ji, popřípadě může dojít až ke kontaminaci podzemních vod. Při použití preemergentních přípravků je třeba dbát na dobrou přípravu půdy. Pokud je povrch hrudovitý, nedojde k souvislému rozložení herbicidního filmu a po rozpadu hrud se objeví nová klíčivá semena. Negativní vliv na účinnost má i větší množství organických zbytků (Jursík et al. 2018).

### **3.3.5.2 Postemergentní aplikace**

Postemergentní aplikace se provádí po vzejití plodiny (na list) a působí na široké spektrum plevelů, včetně vytrvalých. Ošetření může být cílené, časově poměrně variabilní a při správném načasování a dávkování vhodných přípravků také účinnější a ekologicky šetrnější než aplikace preemergentní (Česká společnost rostlinolékařská 2013). Výhodou postemergentní aplikace herbicidů je použití za sucha, při pozdějším či etapovitém vzcházení plevelů, na pozemcích zaplevelených vytrvalými plevele a v případech, kdy jsou na povrchu půdy rostlinné zbytky nebo rostlinný mulč. Využívá se také k opravám po nedostačující účinnosti preemergentních či časně postemergeních herbicidů (Jursík et al. 2018).

Postemergentní ošetření se provádí většinou ve fázi 4-6 listů kukuřice, v této fázi je k herbicidům nejméně citlivá. Pro spolehlivé usmrcení dvouděložných plevelů by měly být ve fázi 4-8 pravých listů, jednoděložné plevele je vhodné potlačit do počátku odnožování (Zimolka et al. 2008). Aplikace je méně závislá na povětrnostních podmínkách, za sucha bývá ale účinnost také snížena. Při opožděné aplikaci tak nemusí vždy dojít k potlačení všech plevelných druhů. V době postemergentního ošetření už plevele obvykle silně konkurují, a to převážně za sucha, kde je limitujícím prvkem voda. Projevem opožděné aplikace herbicidů pak může být výrazné zpomalení růstu kukuřice, které v některých letech již plodina nemusí dohnat a dojde ke snížení výnosu (Jursík & Soukup 2019).

Listové herbicidy je vhodné použít společně s výrobcem doporučenými adjuvanty. Jedná se o látky, které zlepšují vlastnosti herbicidů podporou účinnosti či zvýšením selektivity. Buďto se míchají s herbicidem přímo v nádrži (tank-mix) nebo jsou již zabudované v hotovém přípravku. Nejpočetnější skupinou adjuvantů jsou surfaktanty (smáčedla), které zvyšují smáčivost postřikové kapaliny a tím i přilnavost postřikové kapénky (Mikulka et al. 2005).

### **3.3.5.3 Časná postemergentní aplikace**

Z hlediska termínu ošetření je v současné době hojně využívána časná postemergentní aplikace, která slučuje řadu výhod preemergentní a postemergentní aplikace. Zásah je již cílený, včas eliminující plevel, stále však závislý na půdní vlhkosti (Česká společnost rostlinolékařská 2013). Časně postemergentním ošetřením lze výrazně zasáhnout i vytrvalé plevel. Pravděpodobnost selhání účinnosti za sucha je zde nižší než u preemergentní aplikace (Jursík et al. 2018). Ošetření se provádí od vzejití kukuřice až do fáze 2-3, případně 4 listů, rozhoduje ale hlavně fáze plevelů (Česká společnost rostlinolékařská 2013), ty by měly být vzešlé, maximálně však se 4 pravými listy, u jednoděložných nanejvýš 2-3 listy (Jursík & Soukup 2020). Dodržení termínu aplikace je zásadní především na pozemcích, kde se vyskytuje např. ježatka kuří noha, u které účinnost často selhává (Jursík et al. 2018).

Zprvu se zdál být tento termín aplikace velmi efektivní, v posledních letech ale dochází k projevu určitých nedostatků. Důležité je především správné načasování aplikace. Velkou roli však hraje i výběr herbicidů, mezi kterými jsou značné rozdíly jak ve škále cílových plevelů, tak v maximální růstové fázi, ve které jsou ještě schopny na plevel účinně působit (Jursík & Soukup 2020).

### **3.3.6 Rezistence plevelů vůči herbicidům**

Rezistence plevelů vůči herbicidům je dědičná schopnost plevelů odolávat herbicidní dávce, jež by za obvyklé situace populaci spolehlivě potlačila. Jedná se o selekční proces, při kterém dochází k přizpůsobování plevelného druhu prostředí (působení herbicidu) a postupné rezistenci (Vencill 2008).

Rezistence k herbicidům je způsobena biochemickými, fyziologickými nebo morfologickými rozdílnostmi, jež degradují herbicid, ovlivňují příjem herbicidu rostlinou či mění jeho biochemickou funkci, popřípadě mohou pozměnit místo působení herbicidu v rostlině. Nejvíce riziková je z hlediska regulace plevelů vícenásobná rezistence, kdy je rostlina rezistentní vůči herbicidům s rozdílnými mechanismy účinku. Problémová je i

rezistence křížová, která se projevuje rezistencí na více účinných látek se stejným mechanismem účinku (Jursík et al. 2018).

Zvýšení počtu rezistentních plevelných populací přišlo až s používáním triazinových herbicidů (Ryan 1970). Od 90. let 20. století se pak rychle objevovaly populace plevelů rezistentních např. vůči inhibitorům ALS a ACCasy (listové graminicidy). Se zavedením technologií herbicidní tolerance došlo k nárůstu rezistentních populací plevelů vůči účinné látce *glyphosate* (Mikulka & Chodová 1988).

V ČR bylo dosud prokázáno 16 rezistentních plevelných druhů. Většina z těchto druhů byla objevena na nezemědělských půdách a v místech s vysokou mírou chemické ochrany, především kolem železnic a v ovocných sadech (Chodová a kol. 2004). V kukuřici byly nalezeny rostliny ježatky kuří nohy, lilku černého, merlíku bílého a tuhého rezistentní vůči PS II inhibitorům (např. *terbuthylazin*) (Mikulka & Slavíková 2008).

Antirezistentní strategie spočívá především ve střídání přípravků, účinných látek a mechanismů účinku na pozemku a dodržování předepsaného dávkování. Důležitý je komplexní systém ochrany zahrnující i nepřímé metody, které mohou jako jediné rezistentní populace potlačovat (Česká společnost rostlinolékařská 2013).

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Polní pokus ověřující efektivitu tří aplikačních termínů herbicidů v kukuřici byl realizován na pozemku Demonstračního a experimentálního pracoviště FAPPZ ČZU v Praze.

Pokusný pozemek se nachází v nadmořské výšce 280 m n. m. Průměrná roční teplota vzduchu se zde pohybuje kolem 9 °C, průměrný roční úhrn srážek činí 500 mm (Meteorologická stanice ČZU v Praze 2020). Pozemek spadá do klimatického regionu T2. Pro tuto oblast jsou specifická poměrně krátká, teplá až mírně teplá jara a podzimy, léta jsou teplá, dlouhá a suchá, zimy jsou krátké, suché až velmi suché (Quitt 1971). Půdní typ pozemku je černozem, jde o hlinitou půdu.

Pokusný pozemek byl zaplevelen především merlíkem bílým, laskavcem ohnutým a ježatkou kuří nohou. Předplodinou kukuřice byla cukrová řepa.

### 4.2 Založení pokusu

Na podzim byla provedena orba do hloubky 25 cm. Předseťové zpracování půdy proběhlo na počátku dubna kompaktořem do hloubky 12 cm. Před založením porostu byl pozemek vyhnojen močovinou (200 kg/ha).

Setí kukuřice (odrůda Conexxion) proběhlo 16. 4. 2019 do hloubky 8 cm, ve sponu 75 x 18 cm. Pokus tvořilo 20 herbicidních variant a dvě neošetřené kontroly. Velikost parcel byla 2,25 x 6 m (13,5 m<sup>2</sup>), na každé parcele rostly tři řádky kukuřice. Tabulka č. 1 znázorňuje biometrické uspořádání pokusu.

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 18 | 15 | 22 | 17 | 20 | 14 | 19 | 21 | 12 | 16 | 13 |
| 8  | 11 | 4  | 6  | 9  | 7  | 3  | 10 | 1  | 5  | 2  |
| 15 | 19 | 16 | 21 | 18 | 12 | 20 | 22 | 13 | 17 | 14 |
| 7  | 4  | 9  | 1  | 8  | 5  | 10 | 2  | 11 | 3  | 6  |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |

Tabulka č. 1: Biometrické schéma pokusu kukuřice

### 4.3 Aplikace herbicidů

Preemergentní aplikace (PRE) byla provedena 24. 4. 2019, k časně postemergentní aplikaci (CPOST) došlo 13. 5. 2019 a postemergentní aplikace (POST) proběhla 3. 6. 2019. Aplikace herbicidů byly provedeny postřikovačem Schachtner s tryskami 015F110 o záběru 2,15 m. Dávka postřikové jichy byla 300 l/ha a aplikační tlak byl 0,25 MPa.

Stručná charakteristika testovaných herbicidů (účinné látky a formulace) je uvedena v tabulce č. 2. V tabulce č. 3 jsou uvedeny testované herbicidní varianty. Tyto tabulky jsou zúženy na sedm vybraných, v praxi často používaných, variant, u kterých byly hodnoceny účinnost herbicidů i výnos. Plné verze těchto tabulek jsou uvedeny v přílohách (Příloha č. 1 a č. 2).

| <b>Přípravek</b> | <b>Účinná látka</b>                                | <b>Formulace</b>         |
|------------------|--|--------------------------|
| Adengo           | <i>isoxaflutole, thiencarbazone</i>                | Suspenzní koncentrát     |
| Akris            | <i>dimethenamid, terbuthylazin</i>                 | Suspo emulze             |
| Aspect Pro       | <i>flufenacet, terbuthylazin</i>                   | Suspenzní koncentrát     |
| Balaton Plus     | <i>pethoxamid, terbuthylazin</i>                   | Suspo emulze             |
| Laudis           | <i>tembotrione</i>                                 | Olejová disperze         |
| Maister Power    | <i>foramsulfuron, iodosulfuron, thiencarbazone</i> | Olejová disperze         |
| Mero 33528       | olej řepkový - <i>methylester</i>                  | Emulgovatelný koncentrát |
| Slalom           | <i>florasulam, mesotrione</i>                      | Suspenzní koncentrát     |

Tabulka č. 2: Seznam přípravků, jejich účinných látek a formulací u vybraných variant (vlastní zpracování podle ÚKZUZ: Rostlinolékařský portál [http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#r|p|prip|taxonomy](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#r|p|prip|taxonomy))

| Varianta | Přípravek           | Dávka v L (kg)/ha | Termín aplikace |
|----------|---------------------|-------------------|-----------------|
| 1        | Neošetřená kontrola | -                 | -               |
| 2        | Akris               | 3                 | PRE             |
| 3        | Balaton Plus        | 4                 | PRE             |
| 4        | Adengo              | 0,44              | CPOST           |
| 5        | Akris               | 2,5               | CPOST           |
|          | Slalom              | 0,3               |                 |
|          | Mero                | 1                 |                 |
| 15       | Maister Power       | 1,5               | POST            |
| 19       | Aspect Pro          | 1,5               | POST            |
|          | Laudis              | 1,5               |                 |

Tabulka č. 3: Kombinace přípravků vybraných variant, jejich dávky a termín aplikace (vlastní zpracování)

#### 4.3.1 Podmínky při aplikacích

Povětrnostní podmínky a růstové fáze kukuřice a plevelů v době jednotlivých aplikací znázorňuje tabulka č. 4.

| Termín aplikace | Datum       | Počasí při aplikaci |              |              |                       | BBCH kukuřice | BBCH plevelů |
|-----------------|-------------|---------------------|--------------|--------------|-----------------------|---------------|--------------|
|                 |             | Oblačnost (%)       | Teplota (°C) | Vlhkost půdy | Rychlost a směr větru |               |              |
| PRE             | 24. 4. 2019 | 15                  | 17           | suchá        | JV 2 m/s              | 00            | 00           |
| CPOST           | 13. 5. 2019 | 50                  | 10           | vlhká        | S 2 m/s               | 12            | ECHCG 10     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | CHEAL 14     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | AMARE 10     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | POLCO 12     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | SOLPH 12     |
| POST            | 3. 6. 2019  | 0                   | 23           | suchá        | 0                     | 15            | MERAN 12     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | ECHCG 21     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | CHEAL 31     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | AMARE 21     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | POLCO 21     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | SOLPH 21     |
|                 |             |                     |              |              |                       |               | MERAN 23     |

Tabulka č. 4: Podmínky při aplikaci (vlastní zpracování)



#### 4.4 Hodnocení pokusu

Byla provedena dvě hodnocení. 4. 9. 2019 byla u vybraných variant hodnocena hmotnost nadzemní biomasy plevelů. Při druhém hodnocení, které proběhlo 26. 9. 2019, byla hodnocena hmotnost palic kukuřice v BBCH 87 (sklizňová zralost).

K hodnocení hmotnosti nadzemní biomasy plevelů byla použita metrovka (čtverec 1 x 1 m). Ta byla vložena přibližně doprostřed parcely. Plevely uvnitř metrovky byly krátce nad zemí (cca 1 cm) odštířeny, následně roztřízeny dle druhu a zváženy s přesností na 1 g. Na základě získaných hmotností plevelů byla zjištěna účinnost herbicidů. Účinnost ošetření se hodnotí pomocí srovnání ošetřené plochy s neošetřenou kontrolou, kde je účinnost 0 %. 100% účinnost znamená úplnou likvidaci plevelného druhu.

Při hodnocení výnosu palic kukuřice byly z každé parcely odebrány palice z prostředního řádku (4,5 m<sup>2</sup>) a následně zváženy s přesností na 10 g. Pro srovnatelnost výsledků byly hodnoty převedeny do t/ha.

## 5 Výsledky

Tabulky a grafy níže znázorňují herbicidní účinek na vybrané plevelné druhy a následný výnos palic kukuřice u vybraných variant.

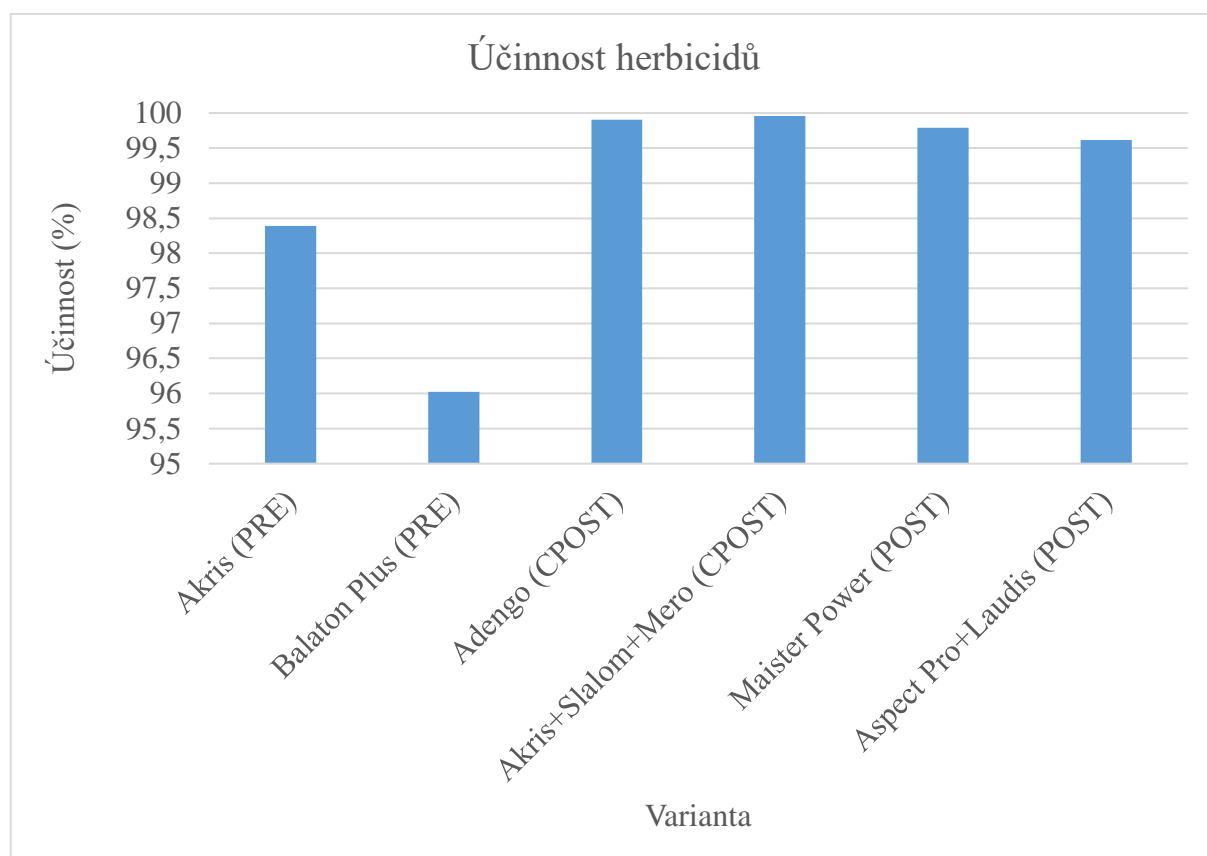
### 5.1 Účinnost herbicidů na plevele

Tabulka č. 5 zachycuje hodnoty hmotností jednotlivých plevelných druhů u vybraných variant. Na první pohled je značné zaplevelení neošetřené kontroly, dále je patrný stoprocentní účinek všech aplikačních termínů herbicidů u laskavce ohnutého a merlíku bílého. V případě ježatky kuří nohy byla účinnost stoprocentní u čtyř variant, u variant Balaton Plus (*pethoxamid*, *terbuthylazin*) a Maister Power (*foramsulfuron*, *iodosulfuron*, *thiencarbazone*) jen o něco málo nižší.

| Varianta                  |      | Plevelný druh (g) |             |                   |          | Průměrná hmotnost celé varianty (g) |
|---------------------------|------|-------------------|-------------|-------------------|----------|-------------------------------------|
|                           |      | Laskavec ohnutý   | Merlík bílý | Ježatka kuří noha | Ostatní* |                                     |
| Neošetřená kontrola       | 1 A  | 1390              | 155         | 165               | 190      | 1720                                |
|                           | 1 B  | 946               | 341         | 120               | 406      |                                     |
|                           | 1 C  | 797               | 109         | 365               | 176      |                                     |
| Akris (PRE)               | 2 A  | 0                 | 0           | 0                 | 39       | 27,67                               |
|                           | 2 B  | 0                 | 0           | 0                 | 7        |                                     |
|                           | 2 C  | 0                 | 0           | 0                 | 37       |                                     |
| Balaton Plus (PRE)        | 3 A  | 0                 | 0           | 1                 | 0        | 68,33                               |
|                           | 3 B  | 0                 | 0           | 1                 | 156      |                                     |
|                           | 3 C  | 0                 | 0           | 10                | 37       |                                     |
| Adengo (CPOST)            | 4 A  | 0                 | 0           | 0                 | 0        | 1,67                                |
|                           | 4 B  | 0                 | 0           | 0                 | 0        |                                     |
|                           | 4 C  | 0                 | 0           | 0                 | 5        |                                     |
| Akris+Slalom+Mero (CPOST) | 5 A  | 0                 | 0           | 0                 | 0        | 0,67                                |
|                           | 5 B  | 0                 | 0           | 0                 | 0        |                                     |
|                           | 5 C  | 0                 | 0           | 0                 | 2        |                                     |
| Maister Power (POST)      | 15 A | 0                 | 0           | 2                 | 1        | 3,67                                |
|                           | 15 B | 0                 | 0           | 2                 | 0        |                                     |
|                           | 15 C | 0                 | 0           | 2                 | 4        |                                     |
| Aspect Pro+Laudis (POST)  | 19 A | 0                 | 0           | 0                 | 17       | 6,67                                |
|                           | 19 B | 0                 | 0           | 0                 | 0        |                                     |
|                           | 19 C | 0                 | 0           | 0                 | 3        |                                     |

Tabulka č. 5: Hmotnost nadzemní biomasy plevelů u vybraných variant (vlastní zpracování, \*mračník Theophrastův, bažanka obecná, opletka obecná, lilek leskloplodý)

Z dat z tabulky vychází graf níže, který zachycuje účinnost herbicidů danou srovnáním ošetřené plochy s neošetřenou kontrolou. Účinnost herbicidů je velmi vysoká, rozdíl mezi nejnižší a nejvyšší zaznamenanou hodnotou činí pouze čtyři procentní body. Nejnižší účinnost vykazuje preemergentní ošetření herbicidem Akris (*dimethenamid, terbuthylazin*) a Balaton Plus (*pethoxamid, terbuthylazin*). Účinnost časně posteemergentní i posteemergentní aplikace byla téměř stoprocentní. Složka snižující hodnotu účinnosti herbicidů odpovídá výši hodnot ostatních plevelů zahrnutých v tabulce.



Graf č. 1: Účinnost herbicidů (vlastní zpracování)

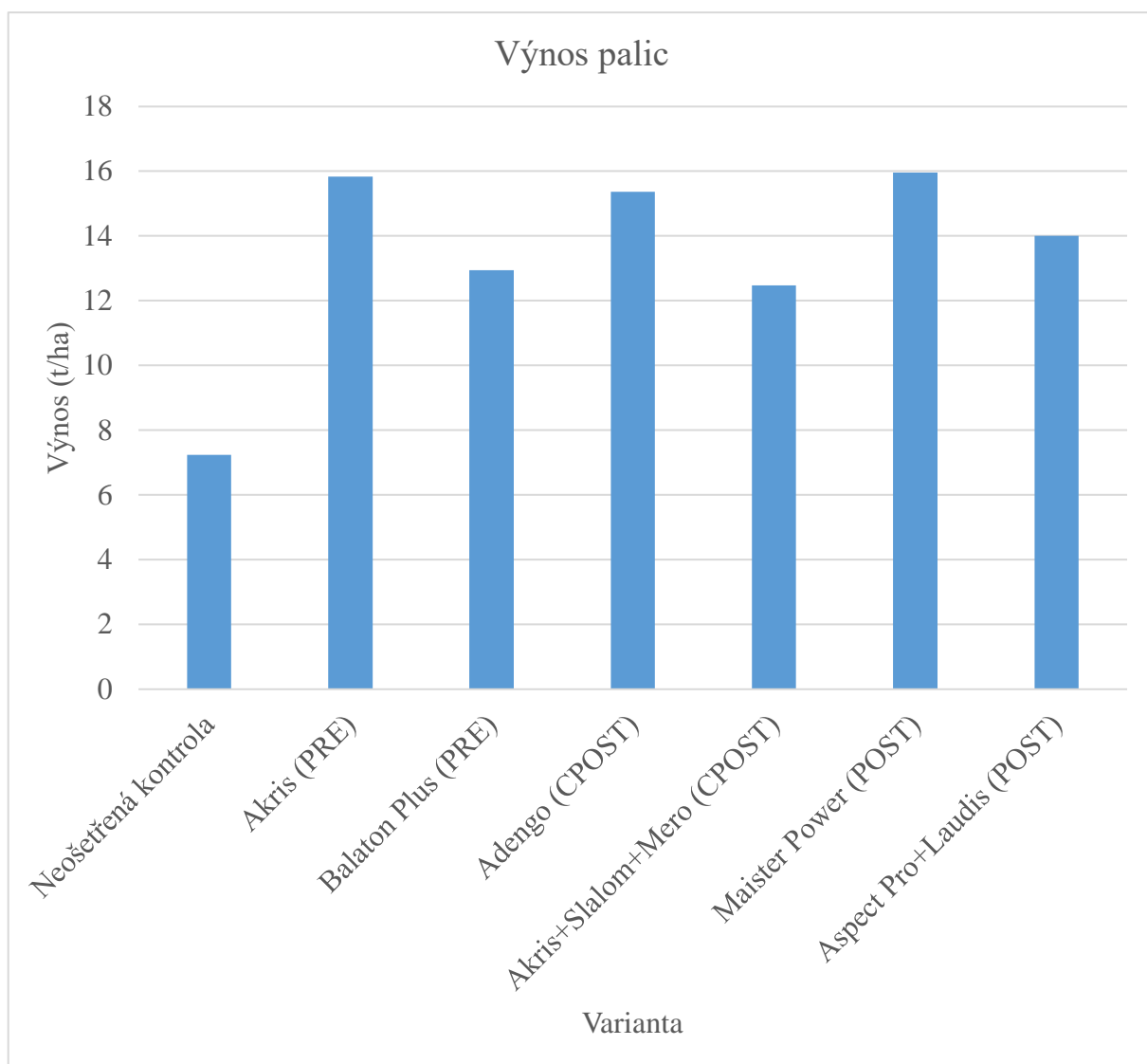
## 5.2 Výnos palic kukuřice

Tabulka č. 6 zachycuje podrobný pohled na průměrné výnosy jednotlivých variant, což dále shrnuje graf níže. Z něho je viditelný průkazný rozdíl ve výnosu palic mezi ošetřenou a neošetřenou variantou, která dosahuje přibližně poloviční hodnoty průměru ošetřených variant.

| Varianta                  |    | A    | B    | C    | Průměrný výnos |
|---------------------------|----|------|------|------|----------------|
| Neošetřená kontrola       | 1  | 3,09 | 2,96 | 3,73 | 3,26           |
| Akris (PRE)               | 2  | 7,08 | 6,2  | 8,09 | 7,12           |
| Balaton Plus (PRE)        | 3  | 6,81 | 4,27 | 6,4  | 5,83           |
| Adengo (CPOST)            | 4  | 6,13 | 5,9  | 8,72 | 6,92           |
| Akris+Slalom+Mero (CPOST) | 5  | 5,38 | 5,84 | 5,62 | 5,61           |
| Maister Power (POST)      | 15 | 6,47 | 7,36 | 7,72 | 7,18           |
| Aspect Pro+Laudis (POST)  | 19 | 5,97 | 6,88 | 6,05 | 6,30           |

Tabulka č. 6: Výnos palic u vybraných variant (hmotnosti v kg/4,5 m<sup>2</sup>, vlastní zpracování)

Ze srovnání výsledků celkových průměrných výnosů vychází nejlépe aplikační termín postemergentní (29,96 t/ha) s herbicidy Maister Power (*foramsulfuron*, *iodosulfuron*, *thiencarbazone*) a Aspect Pro+Laudis (*flufenacet*, *terbuthylazin*, *tembotrione*), který převyšuje výnosy preemergentního a časného preemergentního ošetření. PRE (28,78 t/ha) za použití Akris (*dimethenamid*, *terbuthylazin*) a Balaton Plus (*pethoxamid*, *terbuthylazin*) nabývá středových hodnot výnosů. Průměrný výnos CPOST (27,84 t/ha) s použitím Adengo (*isoxaflutole*, *thiencarbazone*) a Akris+Slalom+Mero (*dimethenamid*, *terbuthylazin*, *florasulam*, *mesotrione*) je nejnižší ve srovnání s ostatními aplikacemi.



Graf č. 2: Výnos palic u vybraných variant

## 6 Diskuze

Plevelné rostliny se objevily současně s počátky zemědělské činnosti člověka. Rostliny, jež člověk nepěstoval se tak staly rostlinami plevelnými (Mikulka et al. 2005). Porosty kukuřice zaplevelují především pozdně jarní a vytrvalé plevelné druhy. Mezi nejvýznamnější patří ježatka kuří noha, laskavec ohnutý, merlík bílý, pýr plazivý a opletka obecná. Výsledkem konkurenčního tlaku plevelů je zbrzdění růstu kukuřice, což může mít významný vliv na snížení výnosu této plodiny (Zimolka et al. 2008). Kukuřice je pěstována jako širokořádková plodina, v počátečních fázích růstu má velmi slabou konkurenční schopnost, trvá tak poměrně dlouho, než dojde k zapojení porostu. V České republice je kukuřice třetí nejčastěji pěstovanou plodinou (Winkler et al. 2019).

K potlačení plevelů v kukuřici se využívají ve větší míře zhruba od padesátých let minulého století herbicidní přípravky (Mikulka 1999). Při absenci regulace plevelů se mohou výnosové ztráty způsobené zaplevelením dle Hurleho (1988) pohybovat mezi 30-50 %, což potvrzují i Zimdahl et al. (2004) a dodávají, že při extrémním zaplevelení může dojít ke snížení výnosů až o 90 %. Vysoké ztráty (47-90 %) při neošetření uvádějí také Andr et al. (2014). Zimolka et al. (2008) uvádějí snížení výnosů zrna kukuřice při neošetření o 11-54 %, než byl průměrný výnos u variant ošetřených herbicidem. Dle výsledků našeho pokusu můžeme konstatovat rozptyl ztrát u neošetřené kontroly mezi 42-55 % oproti ošetřeným variantám.

Pro optimalizaci výnosů kukuřice je důležitý vhodný termín herbicidní ochrany. V praxi se, jak již bylo uvedeno v literárním přehledu, v posledních letech využívá hojně časně postemergentní aplikace, která snoubí výhody PRE a POST ošetření.

Na základě výsledků průměrných výnosů herbicidních pokusů zakládaných na pozemcích ČZU v Praze, ve čtyřech po sobě jdoucích letech (2016-2019), můžeme porovnávat vliv termínu aplikace na výnos kukuřice. Z dat Jursíka & Soukupa (2020) vychází, že průměrný výnos je u CPOST a POST srovnatelný, zatímco u PRE byl průměrný výnos zřetelně menší, ale pouze v letech 2016 a 2018 (kdy bylo suché jaro), v letech 2017 a 2019 byly naopak hodnoty lehce vyšší než u ostatních ošetření. Z toho lze usuzovat, že míra selhání POST, a především CPOST není tolik závislá na půdní vlhkosti na rozdíl od PRE, kde je riziko selhání vyšší. Srovnáním výstupu našeho pokusu s výše uvedeným výzkumem se výsledky různí. V našem případě dosahovala nejvyšší hodnoty průměrného výnosu POST aplikace, dále PRE a CPOST. Konkrétní hodnoty porovnání výnosů nejsou uvedeny, jelikož u námi realizovaného pokusu byl zaznamenáván výnos celých palic kukuřice, zatímco u referenčního byl hodnocen výnos zrna.

Při hodnocení účinnosti herbicidů v našem experimentu vyšla u PRE aplikace nejnižší účinnost v rámci hodnocených termínů aplikací, což bylo zapříčiněno druhotným zaplevelením, jelikož nadzemní biomasa plevelů byla odebírána až na začátku září, tedy po více než čtyřech měsících po aplikaci. Obvykle se zde ošetření hodnotí po vzejití plevelů. Pokud vycházíme z hypotézy, že herbicid působí maximálně dva měsíce, bylo by lepší hodnotit 2-3 měsíce po aplikaci. Dalším důvodem snížení účinnosti mohla být suchá půda při preemergentní aplikaci a nemuselo tak dojít k vytvoření dostatečně silné vrstvy herbicidního filmu. Za sucha je též možné, že se herbicid naváže na prach a dojde k jeho odvanutí. Nutnost precizní úpravy půdy a sucho v posledních letech mluví poměrně proti využití PRE aplikace. Důvodem nižších výsledků účinnosti může být i nižší účinnost na ostatní plevele.

U CPOST aplikace dochází ke kombinaci účinků současně přes půdu a list, proto je při aplikaci důležitá, jak vlhkost půdy, tak oschlý povrch listové plochy plevelů, přičemž vlhko a teplo podporuje účinnost. Při naší aplikaci herbicidů byla půda vlhká, což mohlo pozitivně ovlivnit účinnost půdních herbicidů. Stejně tak lehký déšť v následujících třech dnech, který ale mohl mírně omezit účinnost listových herbicidů. Nicméně z dosažené účinnosti vidíme, že převážil pozitivní faktor a výsledky účinnosti byly téměř stoprocentní.

Přípravky POST aplikaci nejlépe fungují v dobrých podmínkách pro růst (teplo, vlhko) a je-li cílová rostlina suchá. U postemergentní aplikace je důležité posuzovat selektivitu herbicidů ke kukuřici, neboť při nesprávném výběru přípravku může dojít ke stresování kukuřice, což může výrazně opozdit její vývoj. V našem případě bylo dosaženo vysoké účinnosti herbicidů, patrně z důvodu aplikace ve správný čas, kdy zasáhla plevele, ale nepoškodila kukuřici, což se odrazilo na výnosu, který byl z aplikačních termínů nejvyšší.

Výnosy našich variant jsou relativní ve vztahu k ostatním výzkumům, měření by bylo průkaznější ve formě sušiny, též výsledky by byly více vypovídající při více opakování každého termínu, kdy by se mohly vyloučit ostatní faktory ovlivňující výnos (choroby, škůdci, zvěř, lidská chyba).

## 7 Závěr

V této bakalářské práci byl sledován a hodnocen vliv aplikačních termínů na výnos palic kukuřice seté (*Zea mays* L.). Experiment obsahoval neošetřenou kontrolu a šest ošetřených herbicidních variant, ty byly ošetřeny ve třech aplikačních termínech. Každý aplikační termín byl tvořen dvěma herbicidními přípravky. Taktéž byla sledována účinnost jednotlivých ošetření k laskavci ohnutému (*Amaranthus retroflexus* L.), merlíku bílému (*Chenopodium album* L.) a ježatce kuří noze (*Echinochloa crus-galli* L.)

- Na základě pokusu byl vliv účinnosti herbicidů na výnos zcela jasně prokázán.
- Vliv aplikačního termínu na výnos byl neprůkazný.
- Nejvyšší herbicidní účinnost vykazovala CPOST varianta s použitím kombinace účinných látek *pethoxamid*, *terbuthylazin*, *florasulam*, *mesotrione*, *methylester* (Akris+Slalom+Mero33528).
- Nejvyšší výnos palic kukuřice byl zaznamenán při použití účinných látek *foramsulfuron*, *iodosulfuron*, *thiencarbazone* (Maister Power) při POST aplikaci.
- Z výsledků lze soudit, že CPOST a POST aplikace mají nejvyšší účinnost na plevele, u CPOST se prokázala o něco vyšší účinnost, ale rozdíl mezi nimi je minimální, a tedy neprůkazný. U PRE aplikace je účinnost nejnižší.
- Účinnost herbicidů u tří hlavních plevelů byla vysoká, u laskavce ohnutého a merlíku bílého stoprocentní, u ježatky kuří nohy pak téměř stoprocentní. Malé rozdíly v zaplevelení mezi ošetřenými variantami nemají zásadní vliv na výnos.
- V porovnání jednotlivých ošetřených variant není patrný žádný trend vlivu na výnos. Taktéž není pozorovatelný žádný trend vlivu zaplevelení na výnos, jelikož preemergentní ošetření, které vykázalo nejnižší herbicidní účinnost, prokazatelně nesnížilo hodnoty výnosu. Nejnižší herbicidní účinnost vykázalo preemergentní ošetření. Volba aplikačního termínu nemá průkazný vliv na výnos.
- Na základě závěrů formulovaných v diskusi této práce můžeme konstatovat, že existuje mnoho faktorů, které výsledky pokusu zkreslily. Šlo o především o druhotné zaplevelení, choroby, poškození zvířít, jistou roli mohl sehrát i lidský faktor.



## 8 Literatura

ABDALLAH M. M. F. Control of different weed species at different soil depths with soil solarization. *Egyptian Journal of Agronomy*. 1991, **1**, 81-88. ISSN 0379-3575.

Andr J., V. Hejnák, M. Jursík, a V. Fendrychová 2014. Effect of application term of three soil active herbicides on herbicide efficacy and reproductive ability for weeds in maize, *Plant Soil and Environment* [online]. 2014, **10**(60), 452-458 [cit. 2020-07-16]. ISSN 1805-9368. Dostupné z: [https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/561\\_2014-PSE.pdf](https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/561_2014-PSE.pdf)

BELTRAN, E. Fate and behaviour of the herbicide Isoxaflutole in the environment. Studies under controlled and natural conditions. *Actualite Chimique* [online]. 2003, **6**, 10-14 [cit. 2020-07-16]. ISSN 01519093 Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/292919594\\_Fate\\_and\\_behaviour\\_of\\_the\\_herbicide\\_Isoxaflutole\\_in\\_the\\_environment\\_Studies\\_under\\_controlled\\_and\\_natural\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/292919594_Fate_and_behaviour_of_the_herbicide_Isoxaflutole_in_the_environment_Studies_under_controlled_and_natural_conditions)

BENKERT, D. Hank, M., Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen. *Feddes Repertorium* [online]. 1992, **103**(5-6), 337-338 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1002/fedr.19921030506. ISSN 00148962. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/fedr.19921030506>

BERÉS, I. a K. SARDI. Interaction of nitrates and drought stress on the germination of weed species. *Journal of Plant*. 2000, **17**, 317-322. ISSN 16180860.

BOSCHIN, G., A. VALLE, A. DAGOSTINO, M. HEGRI, C. ANTONININI, E. ZANARDINI, C. SORLINI a A. ARNOLDI. Chemical and microbial degradation of triflurosulfuron-methyl and azimsulfuron under laboratory conditions. In: *Pesticide in Air, Plant, Soil & Water System: Proceeding of the 12th Symposium on Pesticide Chemistry* [online] Piacenta: La Goliardica Pavese, 2003. 217-222 [cit. 2020-07-16]. Dostupné z: <http://www.gbv.de/dms/tib-ub-hannover/373194722.pdf>

BRANT, V. et al. Tvorba mulče v protierozních technologiích u kukuřice. *Úroda*. 2019, **67**(12), 33-38. ISSN 0139-6013.

CARDINA, J. a H. M. NORQUAY. Seed production and seedbank dynamics in subthreshold velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) populations. *Weed Science* [online]. 1997, **45**(1), 85-90 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1017/S0043174500092511. ISSN 0043-1745. Dostupné z: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500092511/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500092511/type/journal_article)

Česká společnost rostlinolékařská. *Polní plodiny: Metodická příručka integrované ochrany rostlin proti chodobám škůdcům a plevelům*. Praha: Česká společnost rostlinolékařská, 2013. ISBN 978-80-02-02480-4.

Česká zemědělská univerzita v Praze. Údaje o stanici. *Meteorologická stanice České zemědělské univerzity v Praze* [online]. 2020 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <http://meteostanice.agrobiologie.cz/ostanici.php>

CHANCELLOR, R. J. The depth of weed seed germination in field. In: *Proceeding of the 7th British Weed Control Conference* [online] London: British Weed Control Council, 1964. 607-613 [cit. 2020-07-16] Dostupné z: [https://books.google.cz/books/about/Proceedings\\_of\\_the\\_7th\\_British\\_Weed\\_Cont.html?id=T89YNQEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.cz/books/about/Proceedings_of_the_7th_British_Weed_Cont.html?id=T89YNQEACAAJ&redir_esc=y)

CHODOVÁ, D., J. MIKULKA, M. KOČOVÁ a J. SALAVA. Origin, mechanism and molecular basis of weed resistance to herbicides. *Plant Protection Science* [online]. 2010, **40**(4), 151-168 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.17221/463-PPS. ISSN 12122580. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/323115928-Origin-mechanism-and-molecular-basis-of-weed-resistance-to-herbicides>

COBB, Andrew H. J. a P.H. READE. Herbicides and Plant Physiology. *Weed Science* [online]. 1997, 2010-10-08, **45**(1), 85-90 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1002/9781444327793. ISSN 0043-1745. Dostupné z: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500092511/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500092511/type/journal_article)

COSTEA, M., S. E. WEAVER a F. J. TARDIF. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S. Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science* [online]. 2004, **84**(2), 631-668 [cit. 2020-07-15]. DOI: 10.4141/P02-183. ISSN 0008-4220. Dostupné z: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.4141/P02-183>

DEYL, M. *Plevelé polí a zahrad*. Vyd. 2., (V NČSAV 2.). Praha: Československá akademie věd, 1964.

ESLAMI, S. V. Comparative Germination and Emergence Ecology of Two Populations of Common Lambsquarters (*Chenopodium album*) from Iran and Denmark. *Weed Science* [online]. 2011, **59**(1), 90-97 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1614/WS-D-10-00059.1. ISSN 0043-1745. Dostupné z: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500020154/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500020154/type/journal_article)

ESPEBY, L. Å., H. FOGELFORS, S. SJÖDAL, P. MILBERG a H. ALBRECHT. Variation in *Elymus repens* susceptibility to glyphosate. *Weed Research* [online]. 2014, **64**(3), 211-219 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1080/09064710.2014.901408. ISSN 0906-4710. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09064710.2014.901408>

FORSBERG, D. a K. BEST. The emergence and plant development of wild buckwheat (*Polygonum convolvulus*). *Canadian Journal of Plant Science* [online]. 1963, **44**, 100-103 [cit. 2020-07-16]. ISSN 0008-4220. Dostupné z: <https://www.nrcresearchpress.com/doi/pdfplus/10.4141/cjps64-018>

HAKANSSON, S. Experiments with *Agropyron repens* (L.) Beauv. 3. Production of aerial and underground shoots after planting rhizome pieces of different lengths at varying depths. *Lantbrukshögskolans Annaler*. 1968, **34**, 31-51. ISSN 0368-7325.

HAKANSSON, S. Experiments with *Agropyron repens* (L.) Beauv. 7. Temperature and light effects on development and growth. *Lantbrukshogskolans Annaler* [online]. 1969, **35**, 953-987 [cit. 2020-07-15]. ISSN 0368-7325. Dostupné z: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20057017094>

HAMOUZ, P. a K. HAMOUZOVÁ. *Atlas klíčnich rostlin polních plevelů*. České Budějovice: Kurent, 2015. ISBN 978-80-87111-48-2.

HARKER, K. N., W. H. V. BORN, S. SJÖDAL, P. MILBERG a H. ALBRECHT. Glyphosate or sethoxydim for quackgrass (*Elytrigia repens*) control in two tillage regimes. *Weed Science* [online]. 1997, **45**(6), 812-823 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1017/S0043174500089013. ISSN 0043-1745. Dostupné z: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500089013/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500089013/type/journal_article)

HOLM, L. G., J. DOLL, E. HOLM, J. V. PANCHO a J. HERBERGER. *World seeds: natural histories and distribution Canadian* [online]. Toronto: John Wiley & Sons, 1997 [cit. 2020-07-15]. ISBN 978-04-71-04701-8. Dostupné z: [https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=i7JjRXH6uq4C&oi=fnd&pg=PR13&dq=world+seeds:+natural+histories+and+distribution&ots=uPiEpJMXaD&sig=AxuhRvZEJ0EQgExSCM\\_Z51rhVSc&redir\\_esc=y#v=onepage&q=world%20seeds%3A%20natural%20histories%20and%20distribution&f=false](https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=i7JjRXH6uq4C&oi=fnd&pg=PR13&dq=world+seeds:+natural+histories+and+distribution&ots=uPiEpJMXaD&sig=AxuhRvZEJ0EQgExSCM_Z51rhVSc&redir_esc=y#v=onepage&q=world%20seeds%3A%20natural%20histories%20and%20distribution&f=false)

HRON, F. a A. VODÁK. *Polní plevel a boj proti nim*. Praha: Státní zemědělské vydavatelství, 1959.

HUMAN, C. D., a T. F. PEEPER. The effect of shade on wild buckwheat. In: *Proceedings in Southern Weed Science Society*. Mississippi: Southern Weed Science Society, 1983.

HURLE, K. How to handle weeds? – Biological and economic aspects. *Ecological Bulletins*. 1988, **39**, 63-68. ISSN 0346-6868.

JOHNSTON, E. *Chenopodium album* as a food plant in Blackfoot Indian pre-history. *Ecology*. 2002, **43**, 129-130. ISSN 0012-9658.

JURSÍK, M. a J. SOUKUP. Efektivní regulace nejvýznamnějších plevelů kukuřice. In: Kurent. *Agromanual.cz* [online]. České Budějovice: Kurent, 3.5.2018 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/efektivni-regulace-nejvyznamnejsich-plevelu-kukurice>

JURSÍK, M. a J. SOUKUP. Možnosti herbicidní regulace plevelů v kukuřici. *Úroda*. 2020, **67**(2), 22-25. ISSN 0139-6013.

JURSÍK, M. a J. SOUKUP. Nové strategie v regulaci plevelů v kukuřici. In: Kurent. *Agromanual.cz* [online]. České Budějovice: Kurent, 18.6.2019 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/nove-strategie-v-regulaci-plevelu-v-kukurici>

JURSÍK, M., J. HOLEC, P. HAMOUZ a J. SOUKUP. *Biologie a regulace plevelů*. České Budějovice: Kurent, 2018. ISBN 978-80-87111-71-0.

JURSÍK, M., J. HOLEC, P. HAMOUZ a J. SOUKUP. *Plevel: Biologie a regulace*. České Budějovice: Kurent, 2011. ISBN 978-80-87111-27-7.

KNĚŽEVICH, S. Z., M. J. HORÁK a F. GHADERI-FAR. Influence of emergence time and density on redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Weed Science* [online]. 1998, **46**(6), 665-672 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1017/S0043174500089694. ISSN 0043-1745. Dostupné z: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500089694/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500089694/type/journal_article)

KOHOUT, V. *Plevel polí a zahrad*. Praha: Agrospoj, 1997.

LEMIEUX, C., D. C. CLOUTIER a G. D. LEROUX. Distribution and Survival of Quackgrass (*Elytrigia repens*) Rhizome Buds. *Weed Science* [online]. 1993, **41**(4), 600-606 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1017/S0043174500076384. ISSN 0043-1745. Dostupné z: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500076384/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500076384/type/journal_article)

MARTINKOVÁ, Z. a A. HONĚK. Competition between maize and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) at different moisture regime. *Rostlinná výroba* [online]. 1998, **44**(2), 65-69 [cit. 2020-06-25]. ISSN 0370-663X. Dostupné z: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19980703882>

MIKULKA, J a M. KNEIFELOVÁ et al. *Plevelné rostliny*. 2., kompletně přeprac. vyd. Praha: Profi Press, 2005. ISBN 80-86726-02-9.

MIKULKA, J. a L. SLAVÍKOVÁ. *Metodiky diagnostiky a regulace rezistentních populací plevelů vůči herbicidům*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2008. ISBN 978-80-87011-50-8.

MIKULKA, J. et al. *Plevelné rostliny polí, luk a zahrad*. Praha: Farmář – Zemědělské listy, 1999. ISBN 80-902413-02-8.

MIKULKA, J. *Plevelné rostliny*. Praha: Profi Press, 2014. ISBN 978-80-86726-60-01.

MIKULKA, J., D. CHODOVÁ et al. Germination and emergence of prickly lettuce (*Lactuca serriola* L.) and its susceptibility to selected herbicides. *Plant, Soil and Environment* [online]. 2011, **49**(2), 89-94 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.17221/4095-PSE. ISSN 12141178. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/237237612\\_Germination\\_and\\_emergence\\_of\\_prickly\\_lettuce\\_Lactuca\\_serriola\\_L\\_and\\_its\\_susceptibility\\_to\\_selected\\_herbicides](https://www.researchgate.net/publication/237237612_Germination_and_emergence_of_prickly_lettuce_Lactuca_serriola_L_and_its_susceptibility_to_selected_herbicides)

NAYLOR, R. E. L. et al. *Weed Management Handbook* [online]. Oxford: Blackwell Science, 2002 [cit. 2020-07-16]. ISBN 978-06-32-05732-0. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9780470751039.fmatter>

NORRIS, R. F. *Weed population dynamics: seed production* [online]. Copenhagen: Second International Weed Control Congress, 1996 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20057043124>

ÖZER, Z. Untersuchungen zur Keimtemperatur von Unkrautsamen aus unterschiedlichen Gebieten der Türkei. *Journal of Plant Disease and Protection*. [online]. 1996, **15**, 61-64. [cit. 2020-07-16]. ISSN 18613829. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/284043518\\_Untersuchungen\\_zur\\_Keimtemperatur\\_von\\_Unkrautsamen\\_aus\\_unterschiedlichen\\_Gebieten\\_der\\_Turkei](https://www.researchgate.net/publication/284043518_Untersuchungen_zur_Keimtemperatur_von_Unkrautsamen_aus_unterschiedlichen_Gebieten_der_Turkei)

QUITT, E. Klimatické oblasti Československa: Climatic regions of Czechoslovakia. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971.

RINGSSELLE, B., G. BERGKVIST, H. ARONSSON, L. ANDERSSON a H. ALBRECHT. Importance of timing and repetition of stubble cultivation for post-harvest control of *Elymus repens*. *Weed Research* [online]. 2016, **56**(1), 41-49 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1111/wre.12183. ISSN 00431737. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/wre.12183>

ROCHE B. F. a T. J. MUZIK. Physiological study of *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. And response of its biotypes to sodium 2,2 dichloropropionate. *Weed Research*. 1996, **56**, 155-160. ISSN 0043-1737.

ROHRIG, M. a H. STÜTZEL. Dry matter production and partitioning of *Chenopodium album* in contrasting competitive environments. *Weed Research* [online]. 2001, **41**(2), 129-142 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1046/j.1365-3180.2001.00222.x. ISSN 0043-1737. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-3180.2001.00222.x>

RYAN, G. F. Resistance of Common Groundsel to Simazine and Atrazine. *Weed Science* [online]. 1970, **18**(5), 614-616 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1017/S0043174500034330. ISSN 0043-1745. Dostupné z: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500034330/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500034330/type/journal_article)

SADEGHLOO, A., J. ASGHARI a F. GHADERI-FAR. Seed germination and seedling emergence of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) and Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). *Planta Daninha* [online]. 2013, **31**(2), 259-266 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1590/S0100-83582013000200003. ISSN 0100-8358. Dostupné z: [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500007815/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0043174500007815/type/journal_article)

SALIMI, H. a F. TERMEH. A study on seed dormancy and germination in ten species of grass weeds. *Rostaniha*, [online]. 2002, **3**(4), 9-12 [cit. 2020-07-15]. ISSN 1608-4306. Dostupné z: [https://rostaniha.areeo.ac.ir/article\\_103474.html](https://rostaniha.areeo.ac.ir/article_103474.html)

ŠANTRŮČEK, J. et al. *Encyklopedie pěstování* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007 [cit. 2020-07-15]. ISBN 978-80-213-1605-8. Dostupné z: [https://moodle.czu.cz/pluginfile.php/1201792/mod\\_resource/content/4/%C5%A0antr%C5%A](https://moodle.czu.cz/pluginfile.php/1201792/mod_resource/content/4/%C5%A0antr%C5%A)

[F%C4%8Dek%20-%20Encyklopedie%20p%C3%ADcnin%C3%A1%C5%99stv%C3%AD%202008.pdf](#)

SCHULZ, M., A. FRIEBE, P. KUCK, M. SEIPEL a H. SCHNABL. Allelopathic effects of living quackgrass (*Agropyron repens* L.) - Identification of inhibitory allelochemicals exuded from rhizome borne roots. *Angewandte Botanic* [online]. 1994, **68**, 195-200 [cit. 2020-07-16]. ISSN 0066-1759. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/291859383\\_Allelopathic\\_effects\\_of\\_living\\_quackgrass\\_Agropyron\\_repens\\_L\\_-\\_Identification\\_of\\_inhibitory\\_allelochemicals\\_exuded\\_from\\_rhizome\\_borne\\_roots](https://www.researchgate.net/publication/291859383_Allelopathic_effects_of_living_quackgrass_Agropyron_repens_L_-_Identification_of_inhibitory_allelochemicals_exuded_from_rhizome_borne_roots)

SKLÁDANKA, J. Kukuřice setá. In: Ústav výživy zvířat a pícninářství MZU v Brně. *Multimediální učební texty pícninářství* [online]. Brno: Ústav výživy zvířat a pícninářství MZU v Brně, 2006 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_222\\_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html](https://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/picniny/sklady.php?odkaz=kukurice.html)

STAGNARI, F., M. CHIARINI a M. PISANTE. Influence of fluorinated surfactants on the efficacy of some post-emergence sulfonylurea herbicides. *Journal of Pesticide Science* [online]. 2007, **32**(1), 16-23 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1584/jpestics.G06-29. ISSN 1348-589X. Dostupné z: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/jpestics/G06-29?from=CrossRef>

TAYLOR, J. S., J. M. ROBERTSON, K. N. HARKER, M. K. BHALLA, E. J. DALY a D. W. PEARCE. Apical dominance in rhizomes of quackgrass, *Elytrigia repens*: the effect of auxin, cytokinins, and abscisic acid. *Canadian Journal of Botany* [online]. 1995, **73**(2), 307-314 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1139/b95-033. ISSN 0008-4026. Dostupné z: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/b95-033>

TICHÁ, M. a P. VYZÍNOVÁ. *Polní plodiny* [online]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2006 [cit. 2020-07-15]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/index.htm>

TIMSON, J. The germination of polygonum convolvulus L. *New Phytologist* [online]. 1966, **65**(4), 423-428 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1111/j.1469-8137.1966.tb05966.x. ISSN 0028-646X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1469-8137.1966.tb05966.x>

TORMA, M. a L. HODI. Reproduction biology of some important monocot weeds in Hungary. *Journal of Plant Diseases and Protection* [online]. 2002, **18**, 191-196 [cit. 2020-07-15] ISSN 0340-8159. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/295766071\\_Reproduction\\_biology\\_of\\_some\\_important\\_monocot\\_weeds\\_in\\_Hungary](https://www.researchgate.net/publication/295766071_Reproduction_biology_of_some_important_monocot_weeds_in_Hungary)

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Fuzariózy kukuřice. *ÚKZUZ: Rostlinolékařský portál* [online]. 2020 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/?key=%22099ae57d2e9cf4b0404b43ada57fad76%22#rlp%7Cso%7Cchoroby%7Cdetail:099ae57d2e9cf4b0404b43ada57fad76%7Cpopis](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22099ae57d2e9cf4b0404b43ada57fad76%22#rlp%7Cso%7Cchoroby%7Cdetail:099ae57d2e9cf4b0404b43ada57fad76%7Cpopis)

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Přípravky na OR. *ÚKZUZ: Rostlinolékařský portál* [online]. 2020 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|prip|taxonomy](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|prip|taxonomy)

VACH, M. Využívejme více půdoochranné technologie. In: Kurent. *Agromanual.cz* [online]. České Budějovice: Kurent, 30.12.2019 [cit. 2020-07-13]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/vyuzivejme-vice-pudoochranne-technologie>

VENCILL, W. K. *Herbicide Handbook*. Champaign: Weed Science Society, 2002. ISBN 978-18-91-27633-0.

WILLIAMS, E. D., P. J. ATTWOOD a F. GHADERI-FAR. SEED PRODUCTION OF AGROPYRON REPENS (L.) BEAUV. IN ARABLE CROPS IN ENGLAND AND WALES IN 1969. *Weed Research* [online]. 1971, **11**(1), 22-30 [cit. 2020-07-16]. DOI: 10.1111/j.1365-3180.1971.tb00971.x. ISSN 0043-1737. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-3180.1971.tb00971.x>

Winkler, J. et al. Zaplevelení porostů kukuřice. *Úroda*. 2019, **67**(12), 33-38. ISSN 0139-6013.

ZIMDAHL, R. L. *Weed-Crop Competition*. 2nd Edition. Oxford:Blackwell Publishing, 2004. ISBN 978-08-13-80279-4.

ZIMOLKA, J. *Kukuřice*. Praha: Profi Press, 2008. ISBN 978-80-86726-31-1

## 9 Seznam použitých zkratek a symbolů

|       |  |
|-------|--|
| AHAS  | acetohydroxyacid syntáza   |
| ALS   | acetolaktát syntáza  |
| AMARE | <i>Amaranthus retroflexus</i>  |
| BBCH  | Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt and Chemical Industry – stupnice fenologických fází rostlin |
| CHEAL | <i>Chenopodium album</i>   |
| CPOST | časná postemergentní aplikace  |
| ECHCG | <i>Echinochloa crus-galli</i>  |
| HPPD  | p-hydroxyfenylpyruvát dioxygenáza  |
| HRAC  | Herbicide Resistance Action Committee  |
| HTZ   | hmotnost tisíce zrn  |
| MERAN | <i>Mercurialis annua</i>   |
| POLCO | <i>Polygonum convolvulus (Fallopia convolvulus)</i>  |
| POST  | postemergentní aplikace  |
| PRE   | preemergentní aplikace   |
| SOLPH | <i>Solanum physalifolium</i>   |
| WG    | Water-Dispersible Granules   |



## 10 Samostatné přílohy

V přílohách jsou uvedeny souhrnné podklady pro vyhodnocení celého pokusu (Seznam přípravků, jejich účinných látek a formulací; kombinace přípravků jednotlivých variant, jejich dávky a termín aplikace; výsledky výnosů všech variant porovnaných v grafu).

| <b>Přípravek</b>       | <b>Účinná látka</b>                                | <b>Formulace</b>                |
|------------------------|--|---------------------------------|
| Adengo                 | <i>isoxaflutole, thiencarbazone</i>                | Suspensní koncentrát            |
| Agrovital              | <i>pinolene</i>                                    | Emulgovatelný koncentrát        |
| Akris                  | <i>dimethenamid, terbuthylazin</i>                 | Suspo emulse                    |
| Aspect Pro             | <i>flufenacet, terbuthylazin</i>                   | Suspensní koncentrát            |
| Balaton Plus           | <i>pethoxamid, terbuthylazin</i>                   | Suspo emulse                    |
| Camix                  | <i>mesotrione, metolachlor</i>                     | Suspo emulse                    |
| Capreno                | <i>tembotrione, thiencarbazone</i>                 | Suspensní koncentrát            |
| Efica 960 EC           | <i>metolachlor</i>                                 | Emulgovatelný koncentrát        |
| Elumis                 | <i>mesotrione, nicosulfuron</i>                    | Olejová disperze                |
| Fornet 4 SC            | <i>nicosulfuron</i>                                | Suspensní koncentrát            |
| Laudis                 | <i>tembotrione</i>                                 | Olejová disperze                |
| Maister Power          | <i>foramsulfuron, iodosulfuron, thiencarbazone</i> | Olejová disperze                |
| Mero 33528             | olej řepkový - <i>methylester</i>                  | Emulgovatelný koncentrát        |
| Nagano                 | <i>bromoxynil, mesotrione</i>                      | Olejová disperze                |
| Nikita                 | <i>dicamba, mesotrione, nicosulfuron</i>           | Ve vodě dispergovatelné granule |
| Onyx                   | <i>piridate</i>                                    | Emulgovatelný koncentrát        |
| Osorno                 | <i>mesotrione</i>                                  | Suspensní koncentrát            |
| Principal Plus 66,5 WG | <i>dicamba, nicosulfuron, rimsulfuron</i>          | Ve vodě dispergovatelné granule |

| <b>Přípravek</b> | <b>Účinná látka</b>                | <b>Formulace</b>         |
|------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Slalom           | <i>florasulam, mesotrione</i>      | Suspensní koncentrát     |
| Story            | <i>florasulam, mesotrione</i>      | Suspensní koncentrát     |
| Successor Tx     | <i>pethoxamid, terbuthylazin</i>   | Suspo emulze             |
| Sulcotrek        | <i>sulcotrione, terbuthylazin</i>  | Suspensní koncentrát     |
| Šaman            | <i>alkylfenolalkoxylát</i>         | Rozpustný koncentrát     |
| Temsa SC         | <i>mesotrione</i>                  | Suspensní koncentrát     |
| Wing-P           | <i>dimethenamid, pendimethalin</i> | Emulgovatelný koncentrát |

Příloha č. 1: Seznam přípravků, jejich účinných látek a formulací  
(vlastní zpracování podle ÚKZUZ: Rostlinolékařský portál  
[http://eagri.cz/public/app/srs\\_pub/fytoportal/public/#rlp|pri|taxony](http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|pri|taxony))

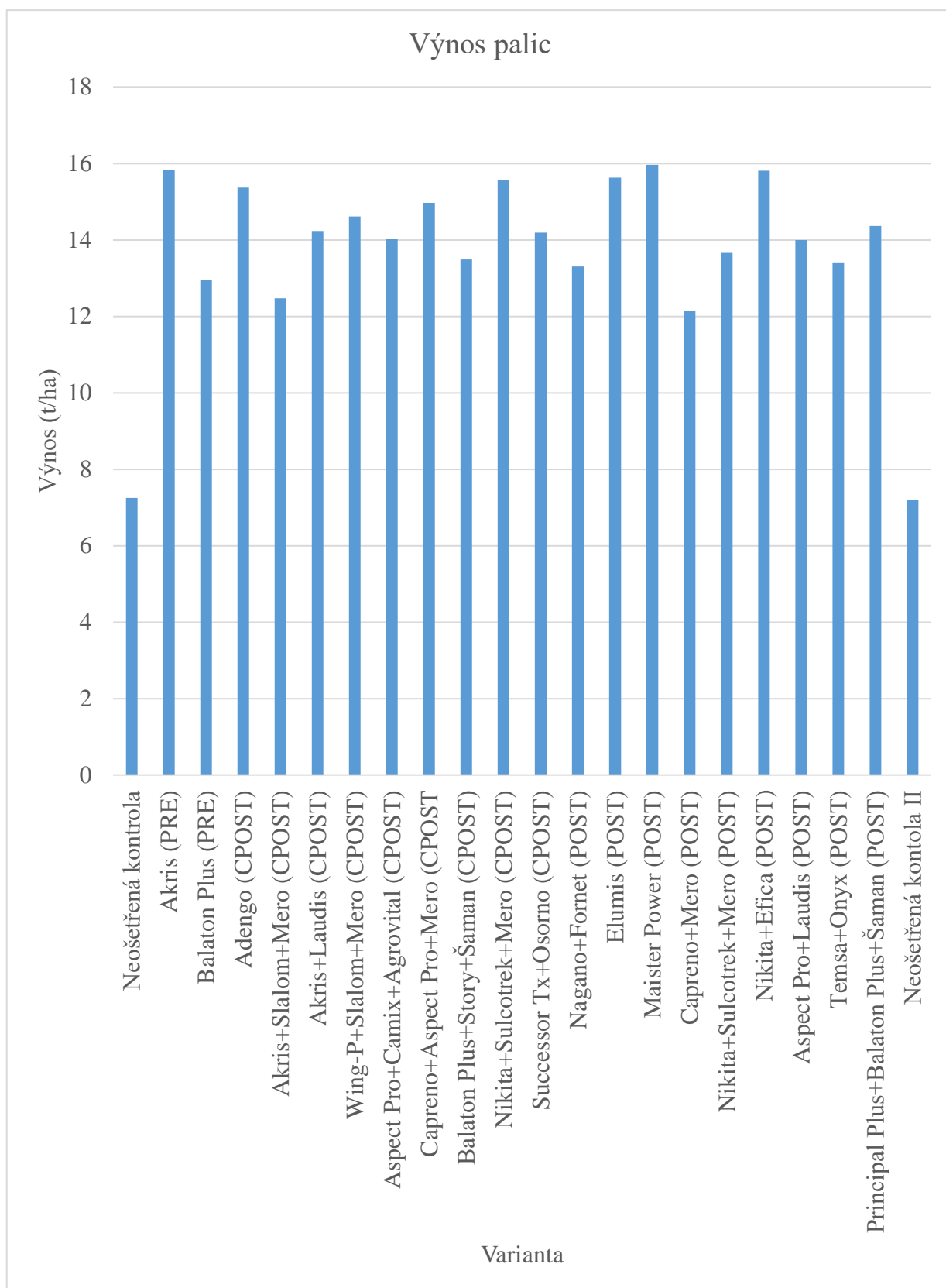
| <b>Varianta</b> | <b>Přípravek</b>    | <b>Dávka v L (kg)/ha</b> | <b>Termín aplikace</b> |
|-----------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>1</b>        | Neošetřená kontrola | -                        | -                      |
| <b>2</b>        | Akris               | 3                        | PRE                    |
| <b>3</b>        | Balaton Plus        | 4                        | PRE                    |
| <b>4</b>        | Adengo              | 0,44                     | CPOST                  |
| <b>5</b>        | Akris               | 2,5                      | CPOST                  |
|                 | Slalom              | 0,3                      |                        |
|                 | Mero                | 1                        |                        |
| <b>6</b>        | Akris               | 2                        | CPOST                  |
|                 | Laudis              | 1,5                      |                        |
| <b>7</b>        | Wing-P              | 2,5                      | CPOST                  |
|                 | Slalom              | 0,3                      |                        |
|                 | Mero                | 1                        |                        |
| <b>8</b>        | Aspect Pro          | 1,5                      | CPOST                  |
|                 | Camix               | 1,5                      |                        |
|                 | Agrovital           | 0,2                      |                        |
| <b>9</b>        | Capreno             | 0,25                     | CPOST                  |
|                 | Aspect Pro          | 1                        |                        |
|                 | Mero                | 2                        |                        |
| <b>10</b>       | Balaton Plus        | 3                        | CPOST                  |
|                 | Story               | 0,3                      |                        |
|                 | Šaman               | 0,2                      |                        |

| <b>Varianta</b> | <b>Přípravek</b>    | <b>Dávka v L (kg)/ha</b> | <b>Termín aplikace</b> |
|-----------------|---------------------|--------------------------|------------------------|
| <b>11</b>       | Nikita              | 0,3                      | CPOST                  |
|                 | Sulcotrek           | 1,2                      |                        |
|                 | Mero                | 1                        |                        |
| <b>12</b>       | Successor Tx        | 2                        | CPOST                  |
|                 | Osorno              | 1                        |                        |
| <b>13</b>       | Nagano              | 0,75                     | POST                   |
|                 | Fornet              | 0,75                     |                        |
| <b>14</b>       | Elumis              | 1,5                      | POST                   |
| <b>15</b>       | Maister Power       | 1,5                      | POST                   |
| <b>16</b>       | Capreno             | 0,29                     | POST                   |
|                 | Mero                | 2                        |                        |
| <b>17</b>       | Nikita              | 0,4                      | POST                   |
|                 | Sulcotrek           | 1                        |                        |
|                 | Mero                | 1                        |                        |
| <b>18</b>       | Nikita              | 0,4                      | POST                   |
|                 | Efica               | 1,2                      |                        |
| <b>19</b>       | Aspect Pro          | 1,5                      | POST                   |
|                 | Laudis              | 1,5                      |                        |
| <b>20</b>       | Temsa               | 0,75                     | POST                   |
|                 | Onyx                | 0,5                      |                        |
| <b>21</b>       | Principal Plus      | 0,4                      | POST                   |
|                 | Balaton Plus        | 2                        |                        |
|                 | Šaman               | 0,2                      |                        |
| <b>22</b>       | Neošetřená kontrola | -                        | -                      |

Příloha č. 2: Kombinace přípravků všech variant, jejich dávky a termín aplikace (vlastní zpracování)

| Varianta                                 |    | A    | B    | C    | Průměrný výnos |
|--|----|------|------|------|----------------|
| Neošetřená kontrola                      | 1  | 3,09 | 2,96 | 3,73 | 3,26           |
| Akris (PRE)                              | 2  | 7,08 | 6,2  | 8,09 | 7,12           |
| Balaton Plus (PRE)                       | 3  | 6,81 | 4,27 | 6,4  | 5,83           |
| Adengo (CPOST)                           | 4  | 6,13 | 5,9  | 8,72 | 6,92           |
| Akris+Slalom+Mero (CPOST)                | 5  | 5,38 | 5,84 | 5,62 | 5,61           |
| Akris+Laudis (CPOST)                     | 6  | 5,46 | 6,7  | 7,06 | 6,41           |
| Wing-P+Slalom+Mero (CPOST)               | 7  | 6,21 | 6,2  | 7,32 | 6,58           |
| Aspect Pro+Camix+Agrovital (CPOST)       | 8  | 6,36 | 5,08 | 7,5  | 6,31           |
| Capreno+Aspect Pro+Mero (CPOST)          | 9  | 7,86 | 5,94 | 6,4  | 6,73           |
| Balaton Plus+Story+Šaman (CPOST)         | 10 | 5,5  | 5,93 | 6,78 | 6,07           |
| Nikita+Sulcotrek+Mero (CPOST)            | 11 | 6,56 | 6,28 | 8,18 | 7,01           |
| Successor Tx+Osorno (CPOST)+B1           | 12 | 6,12 | 7,2  | 5,83 | 6,38           |
| Nagano+Fornet (POST)                     | 13 | 5,48 | 6,05 | 6,43 | 5,99           |
| Elumis (POST)                            | 14 | 7,66 | 6,99 | 6,45 | 7,03           |
| Maister Power (POST)                     | 15 | 6,47 | 7,36 | 7,72 | 7,18           |
| Capreno+Mero (POST)                      | 16 | 5,28 | 6,47 | 4,63 | 5,46           |
| Nikita+Sulcotrek+Mero (POST)             | 17 | 4,87 | 6,45 | 7,12 | 6,15           |
| Nikita+Efica (POST)                      | 18 | 6,76 | 6,38 | 8,2  | 7,11           |
| Aspect Pro+Laudis (POST)                 | 19 | 5,97 | 6,88 | 6,05 | 6,30           |
| Temsa+Onyx (POST)                        | 20 | 6,03 | 6,66 | 5,41 | 6,03           |
| Principal Plus+Balaton Plus+Šaman (POST) | 21 | 6,43 | 6,58 | 6,38 | 6,46           |
| Neošetřená kontrola II                   | 22 | 3,65 | 3,81 | 2,26 | 3,24           |

Příloha č. 3: Výnosy palic u všech variant (hmotnosti v kg/4,5 m<sup>2</sup>, vlastní zpracování)



Příloha č. 4: Výnos palic (vlastní zpracování)